МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»
Аграрно-технологический институт
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал
Федерального аграрного научного центра Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

А К Т У А Л Ь Н Ы Е В О П Р О С Ы СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Мосоловские чтения

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ВЫПУСК XXVIII

ЙОШКАР-ОЛА, 2026

ББК 36.8
УДК 664
А 437

ISSN 2410-9495

Научный редактор
А. В. Онегов, канд. биол. наук, доц. МарГУ

Редколлегия:
Д. А. Баймуканов, д-р с.-х. наук, проф.; ***А. И. Волков,*** канд. с.-х. наук, доц.;
Т. В. Кабанова, канд. биол. наук, доц.; ***С. И. Новоселов,*** д-р с.-х. наук, проф.;
А. Л. Роженцов, канд. с.-х. наук, доц.; ***Г. С. Юнусов***, д-р техн. наук, проф.;
Е. А. Савинкова, канд. техн. наук, доц.; ***Д. К. Карибаева,*** к.с.-х.н., доц.;
Н. О. Бурова, канд. техн. наук, доц.; ***Б. И. Токтосунов***, д.с.-х.н., проф.

Ответственный за выпуск ***С.Ю. Смоленцев,*** д-р биол. наук, проф.

Рецензенты:
Л. Г. Шашкаров*,* д-р с.-х. наук, проф. ЧГАУ;
В. А. Забиякин, д-р с.-х. наук, проф. МарГУ

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом МарГУ

А 437 **Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства:** Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции / Мар. гос. ун-т. — Йошкар-Ола, 2026. — Вып. XXVIII. — 1123 с.

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции по проблемам совершенствования технологии производства, аграрного образования, механизации и переработки продуктов растениеводства и животноводства.

Предназначен для работников сельского хозяйства, ученых, аспирантов и студентов сельскохозяйственных вузов, факультетов и колледжей.

ББК 36.8
УДК 664
© ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 2026

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, АГРОХИМИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 635.2:632.2

Бариева Е.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РАЗВИТИЕ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. Фитофтороз является опасным заболеванием картофеля, который может привести к значительным потерям урожая. Фунгициды используются для профилактической обработки и лечения уже существующих очагов болезни. Изучено влияние фунгицидов Виконт, Профит Голд и Ордан на поражение картофеля фитофторозом. Выявлено, что фунгициды способствовали снижению поражения растений картофеля болезнью. Наилучший эффект дал фунгицид Виконт, СП. При опрыскивании этим препаратом распространенность фитофтороза снизилась в 4-4,7 раз по сравнению с контролем, а развитие – в 2,3-6,5 раза. Наибольшая урожайность картофеля получена при опрыскивании Виконтом, СП (24,2 т/га). Прибавка урожая картофеля составила 47%.

Ключевые слова: картофель, фитофтороз, Виконт, Профит голд, Ордан, фунгициды.

Картофель играет фундаментальную роль в глобальной продовольственной безопасности, и его значение в сельском хозяйстве постоянно возрастает. В России, где под картофель отведено около десятой части посевных земель, существует значительный разрыв между фактической урожайностью (14 т/га) и мировым уровнем (17 т/га), а также потенциалом современных сортов.

Основной объем картофеля в России производится в частном секторе, преимущественно в личных подсобных и фермерских хозяйствах. За последнее десятилетие фермерские хозяйства существенно нарастили свою долю в производстве, удвоив ее. При этом рентабельность выращивания картофеля в крупных сельскохозяйственных предприятиях достаточно высока – 35-40%. Тем не менее, подавляющее большинство картофельных площадей (более 85%) по-прежнему находится в частном владении [2].

Урожайность картофеля в последние годы варьируется в зависимости от региона и погодных условий. На показатель влияют почвенные характеристики (плодородие, структура и кислотность), применение современных методов выращивания (капельное орошение, использование качественного посадочного материала и эффективных средств защиты растений) и сортовые особенности (выбор высокоурожайных и устойчивых к заболеваниям сортов).

В 2024 году средняя урожайность составила 20 тонн с гектара, что ниже показателей предыдущих лет. Основными проблемами остаются неблагоприятные климатические условия, недостаток качественного посадочного материала и ограниченные возможности по применению современных агротехнологий [8].

В 2025 году промышленный сектор картофелеводства России установил национальный рекорд средней урожайности — 310,8 центнера с гектара. Валовой сбор сельхозорганизациями и КФХ составил около 8,47 млн тонн, что на 16% (свыше 1,1 млн тонн) больше, чем годом ранее. Рост был обеспечен за счёт интенсификации производства, так как посевные площади под культурой даже незначительно сократились — примерно на 0,5%. Наибольшая продуктивность зафиксирована в крупных сельхозорганизациях — 331,6 ц/га, в то время как в фермерских хозяйствах показатель составил 278,4 ц/га [7].

Однако личные подсобные хозяйства, несмотря на их вклад в обеспечение населения продовольствием, сталкиваются с проблемой низкой товарности продукции. Это контрастирует с более высокими показателями в КФХ (47,7%) и сельхозпредприятиях (59,0%). Основными причинами снижения урожайности и качества продукции являются нарушения агротехнических регламентов, несоблюдение севооборотов и недостаточная борьба с вредителями и болезнями. Эффективное возделывание картофеля требует интегрированных систем защиты [1].

Основными проблемами при возделывании картофеля остаются неблагоприятные климатические условия, недостаток качественного посадочного материала и ограниченные возможности по применению современных агротехнологий. Помимо климатических условий, на урожайность картофеля влияют, почвенные характеристики (плодородие, структура и кислотность), а также применение современных методов выращивания, таких как капельное орошение,

использование качественного посадочного материала и эффективных средств защиты растений, способствует повышению урожайности. Нельзя не сказать и о сортовых особенностях — выбор высокоурожайных и устойчивых к заболеваниям сортов картофеля крайне сильно влияет на общий сбор урожая. На урожайность влияют и возможные болезни: фитофтороз, парша [8].

Фитофтороз — опасное заболевание, которое может привести к значительным потерям урожая. Фунгициды используются как для профилактической обработки, так и для борьбы с уже существующими очагами болезни.

В определенный период до фазы цветения ботва картофеля растет настолько быстро, что уже через несколько дней после обработки фунгицидами площадь листьев значительно увеличивается и действие препаратов ослабевает. При интенсивном поражении фитофторозом в это время риск заражения новых листьев особенно велик.

В таких условиях рекомендуется применять трансламинарные или мезосистемные фунгициды. Они проникают в листья, а также могут в определенной степени защитить новый прирост и обеспечить эффект, даже если патоген уже проник в ткань, оказывая защитное и лечащее действие. Но следует учитывать, что эти препараты могут остановить болезнь только в течение 48 ч после заражения даже при полной норме их применения. Если прошло больше времени, то эффект от опрыскивания будет значительно ниже.

Как только прекращается рост листьев, начиная с фазы цветения картофеля необходимо применять Инсайд, Либертадор, Ордан МЦ. Эти препараты дают хороший эффект при высокой и средней инфекционной нагрузке.

В условиях слабого распространения фитофтороза, независимо от стадии развития картофеля, достаточную защиту могут обеспечить экономичные фунгициды на основе манкоцеба, хлорокиси меди, сульфата меди трехосновного, хлоратоланила (Ордан МЦ, Ордан, Кумир, Талант). Они перераспределяются на листьях вместе с росой и поэтому могут в определенной степени защищать новый прирост. Также эти препараты обладают средней эффективностью против альтернариоза, что важно для позднеспелых и/или восприимчивых сортов в годы с частым чередованием высоких температур и дождей.

Как только ботва картофеля перестает расти, а нижние листья желтеют, важно защитить от фитофтороза клубни нового урожая. При видимых симптомах болезни на растениях рекомендуется делать упор на фунгициды, подавляющие развитие спор патогена.

P. infestans относится к патогенам, которые могут быстро выработать резистентность к препаратам. Поэтому после двух обработок фунгицидами из одной группы следует обязательно переходить на другую группу активных веществ. Особенно это важно, если применяемый препарат характеризуется средним или высоким риском формирования резистентности у патогена. Фунгициды с одинаковым механизмом действия не должны составлять более 50 % в схеме опрыскивания.

Важно отметить, что риск возникновения резистентности к классическим контактным фунгицидам (на основе манкоцеба, тирама, меди) значительно ниже, чем к другим [3].

Современный рынок предлагает множество препаратов для защиты картофеля от болезней. Несмотря на это, в нашей республике, как и в других регионах, ежегодно проявляются опасные болезни картофеля (фитофтороз, альтернариоз). Появление новых штаммов патогенных грибов *Phytophthora infestans* вызывает затруднение с защитой картофеля [5].

Учитывая большое разнообразие препаратов для защиты картофеля, предлагаемых современным рынком, мы решили изучить эффективность некоторых из них.

Цель наших исследований – изучить влияние фунгицидов на поражение картофеля фитофторозом.

Для исследования взяли три препарата с различными действующими веществами и механизмами действия. Действующие вещества этих препаратов относятся к разным химическим классам.

Профит голд, ВДГ содержит 25% (250 г/кг) фамоксадона (химический класс стробилурины) и 25% (250 г/л) цимоксанила (прочие вещества). Фамоксадон ингибирует митохондриальное дыхание; цимоксанил обладает трансламинарным действием, способен блокировать рост мицелия и споруляцию. Цимоксанил подавляет спороношение грибов за счет ингибирования биосинтеза РНК в их клетках.

Ордан, СП содержит 67% гидроокиси меди (670 г/кг) и 13% оксадиксила (130 г/кг). Взаимодействие ионов меди с аминогруппами грибной клетки, сульфгидрильными группами ферментов и коферментов обуславливают активность медьсодержащих фунгицидов, в том числе, и препаратов на основе меди гидроокиси. Это взаимодействие способствует денатурации и осаждению белков, что ведет к гибели клеток патогенов. Оксадиксил относится к химическому классу фениламидов. Как и металаксил и его R-изомер мефеноксам в грибах подавляет синтез всех видов РНК, что прекращает митотическое деление клеток и не дает развиваться спорам [6].

Виконт, СП — контактно-системный фунгицид для защиты картофеля и томатов от фитофтороза и альтернариоза. Действующие вещества: металаксил (80 г/кг) и манкоцеб (640 г/кг). Металаксил (системный компонент) быстро поглощается листьями (30–60 минут), перемещается

вверх по растению, действует на поверхности и внутри тканей. Эффективен на ранних стадиях заражения, способен остановить развитие болезни до видимых симптомов. Манкоцеб (контактный компонент) создаёт защитную плёнку на поверхности растения через полчаса после обработки. Плёнка не смывается дождём 10–14 дней, защищая даже при неблагоприятной погоде [4].

Исследования проводили на агробиостанции Марийского государственного университета в 2025 году. Схема опыта: 1. Контроль (вода); 2. Ордан, СП (2,0 кг/га); 3. Профит голд, ВДГ (0,6 кг/га); 4. Виконт, СП (2,5 кг/га).

Микроделяночный опыт в четырехкратной повторности. Площадь делянки 7,5 кв. м. В делянке было по 40 растений картофеля, между делянками защитная полоса – 1 м. Картофель сорта Королева Анна выращивали после капусты (рис. 1).

Рис. 1. Опытный участок картофеля

Агротехника выращивания картофеля заключалась в проведении таких мероприятий: после уборки капусты осенью удалили все растительные остатки. Весной провели вспашку плугом ПЛН-4-35. Удобрения не вносили. Летом 2 раза окучивали и опрыскивали Зенкором от сорняков (10 мл на одну сотку). Против колорадского жука опрыскивали инсектицидом Клотиамет. Уборку проводили вручную, клубни с каждой делянки отдельно взвешивали и сортировали по фракциям. Учет развития и распространенности болезней провели по общепринятой методике.

Результаты исследований показали, что в год проведения опыта погодные условия были благоприятными для развития фитофтороза. Первые признаки заболевания отмечались в середине июля. Степень интенсивности развития болезни фитофтороза составляла 3,3 %. Со степенью поражения 0,1% (единичные пятна) встречались на отдельных растениях.

Опрыскивание проводили ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочей жидкости был 10 л на одну сотку. Необходимое количество препарата растворяли сразу в баке опрыскивателя и перемешав тщательно, начинали опрыскивать. Опрыскивали два раза за вегетацию картофеля. Первую делали 15 июля, в это время инфекции еще не видно было. Второе опрыскивание делали через 3 недели. К этому времени действие препарат ослабло, поскольку период защиты у них непродолжительный. Инфекция фитофтороза пробудилась. Первое наблюдение, учет развития фитофтороза мы провели 19 июля. После первого опрыскивания (через 2 недели) на контрольном варианте распространенность болезни составила 40 % (табл. 1).

Таблица 1 - Развитие и распространенность фитофтороза, %, 2025 г.

Вариант	Первый учет		Второй учет	
	распространенность	развитие	распространенность	развитие
Контроль	40	10,3	63,3	35,8
Профит голд, ВДГ	13,3	5,0	16,7	7,8
Ордан, СП	20	9,4	33,3	18,2
Виконт, СП	10	4,4	13,3	5,5
$НСР_{05}$			10,4	3,6

Анализы показали, что применяемые фунгициды способствовали снижению развития фитофтороза, но не все препараты одинаково снижали развитие болезни. Так, в варианте, где применяли Профит голд, ВДГ в 3 раза снизилась распространенность фитофтороза по сравнению с контролем. Развитие болезни в это время было меньше контроля в 2 раза. Ордан, СП сдерживал распространение фитофтороза в 2 раза по сравнению с контролем, но развитие болезни отличалось от контроля не существенно. Наилучший эффект дал фунгицид Виконт, СП. Здесь распространенность фитофтороза снизилась в 4 раза по сравнению с контролем, а развитие – в 2,3 раза. Если сравнивать эти три препарата, то видим, что наилучший результат получен от фунгицида

Виконт, СП. Он в отличие от Профита голд, ВДГ был эффективнее в снижении распространенности фитофтороза в 1,3 раза, от Ордана, СП – в 2 раза.

Данные второго учета показали, что от применения фунгицида Виконт, СП произошло существенное снижение развития фитофтороза, по сравнению с контролем меньше в 4,7 раза, а распространенность – в 6,5 раз. Опрыскивание Профитом голд, ВДГ способствовало снижению распространенности фитофтороза в 3,8 раза, а развитие в 4,5 раза. Ордан, СП хуже сдерживал заболевание растений. Распространённость была ниже контроля в 1,9 раза, а развитие – в 2 раза.

По сравнению с первым учетом на контроле распространенность увеличилась в 1,5 раза и составила 63,3 %, а развитие было больше в 3,5 раза (35,8 %). В других вариантах также произошло увеличение заболевания картофеля фитофторозом, но по сравнению с контролем в меньшей степени. Таким образом, наилучшие результаты по снижению поражения картофеля фитофторозом оказал препарат Виконт, СП.

Учет эффективности защитных мероприятий необходим для оценки их качества и целесообразности.

Если сравнивать биологические эффективности препаратов, то мы видим, что Виконт, СП оказал большее действие по сдерживанию развития фитофтороза чем другие препараты. Так, биологическая эффективность Виконта, СП составила 85 %, Профита голд, ВДГ – 78%, Ордана, СП – 49 %. Урожайность картофеля представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность картофеля, 2025 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
		т/а	%
Контроль	16,4	-	-
Профит голд, ВДГ	21,7	5,3	32
Ордан, СП	19,8	3,4	21
Виконт, СП	24,2	7,8	47
$НСР_{05}$	3,2		

В наших исследованиях опрыскивание посадок картофеля, снижая развитие болезней, способствовало увеличению урожайности. Фунгициды способствуют увеличению урожайности. От применения Виконта, СП прибавка урожая составила 7,8 т/га по сравнению с контролем, а от Профита голд, ВДГ – 5,3 т/га, от Ордана, СП – 3,4 т/га.

Таким образом, фунгициды способствовали снижению поражения растений картофеля фитофторозом. Наилучший эффект дал фунгицид Виконт, СП. При опрыскивании этим препаратом распространенность фитофтороза снизилась в 4-4,7 раз по сравнению с контролем, а развитие – в 2,3-6,5 раза. Наибольшая урожайность картофеля получена при опрыскивании Виконтом, СП (24,2 т/га). Прибавка урожая картофеля составила 47%. Данный фунгицид способствовал наибольшему увеличению урожайности по сравнению с другими препаратами.

Научный руководитель – Апаева Н.Н., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Анисимов Б. В. Производство и рынок картофеля в Российской Федерации/ Б. В. Анисимов, В. С. Чугунов, О. Н. Шатилова // Картофель и овощи. – 2010. – № 4. – С. 13-14.
2. Апаева Н.Н., Кудряшова Л.В. Эффективность фунгицидов против фитофтороза картофеля // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2021. – №1 (25). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-fungitsidov-protiv-fitoftoroza-kartofelya.
3. Белов Д.А. Фитофторозу и альтернариозу – нет! / Д.А. Белов, А.В. Хютти. – Электронный ресурс. – URL: https://avgust.com/services/newspaper/fitoftorozu-i-alternariozu-net-/
4. Виконт, СП. – Электронный ресурс. – URL: https://agrohimic.ru/item/vikont-sp-3ba9a7?view=about
5. Медведева, А. Фитофтороз томатов и картофеля – что делать производителям культур //АгроXXI. – Электронный ресурс. – URL: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/fitoftoroz-tomatov-i-kartofelja-chto-delat-proizvoditeljam-kultur.htm
6. Ордан – новый фунгицид против оомицет: состав, действие, применение. – Электронный ресурс. – URL: https://udobreniya.info/obrabotka
7. Рекордная эффективность: Россия установила исторический максимум урожайности картофеля в 2025 году. – Электронный ресурс. – URL: https://potatosystem.ru/rekordnaya-effektivnost-rossiya-ustanovila-istoricheskij-maksimum-urozhajnosti-kartofelya-v-2025-godu/

8. Широких А. Российское картофелеводство: современные вызовы и перспективы / А. Широких //МаркетингЛАБ. – Электронный ресурс. – URL: https://lab-marketing.com/spec/rossijskoe-kartofelevodstvo-sovremennyie-vyizovyi-i-perspektivyi

УДК 635.652:631.811

Гаврилова Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ МОЛИБДЕНА НА УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Аннотация. В статье рассматривается влияние молибдена на урожайность фасоли обыкновенной. Изучены способы внесения молибдена при возделывании фасоли обыкновенной. Выявлено, что обработка семян молибденом дает существенную прибавку к урожаю, которая составила 0,2 т/га.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, бобовые культуры, молибден, микроэлементы, урожайность.

В сельском хозяйстве зернобобовые культуры способствуют успешному решению трех основных задач: увеличению производства зерна и растительного белка в нашей стране и укреплению почвы. Количество белка, хранящегося в бобовых, листьях и стеблях зернобобовых культур, в 2-3 раза выше, чем в зернах злаков (пшеница, рожь, ячмень, овес). В частности, белок чаще встречается в соевых бобах, достигая 35-45 процентов. Он также имеет большую питательную ценность, поскольку содержит 8-15% белка в бобовых и листьях зернобобовых культур [4]. Бобовые культуры являются отличным растительным источником незаменимой аминокислоты лизина в вегетарианских диетах на основе злаков.

Бобовые культуры широко используют в пищевой промышленности (консервирование в зеленом виде горох и фасоль, крупа, мука, масло и др.). Из бобовых культур также производится много различных материалов, которые применяются в быту (растительный казеин, лаки, эмаль, пластмассы, искусственное волокно, экстракты для борьбы с вредителями и т.д.) [4].

Фасоль - одна из наиболее ценных сельскохозяйственных культур, играющая значительную роль в питании человека. По количеству белка фасоль вполне сравнима с мясом. Кроме того, усвояемость протеина сухой фасоли составляет почти 80 % [3].

Фасоль обыкновенная (Phaseolus vulgaris) - однолетнее растение, относящееся к семейству бобовых. 100 гр. продукта содержат 1,50 гр. жиров, 22,33 гр. белка, 60,75 гр. углеводов, 12,10 гр. воды, 3,32 гр. золы. Зерна фасоли используются только для приготовления пищи и очень вкусны. Кроме того, в фасолевых семенах самое высокое содержание витаминов и минералов по сравнению с другими бобовыми культурами [2].

Преимущества зернобобовых перед культурами других семейств заключается в том, что они производят на единице площади больше высококачественного, усвояемого, дешевого белка, включая в биологический круговорот азот воздуха, недоступный для других растений. Фиксация азота воздуха происходит в процессе симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями рода Rhizobium за счет световой энергии, аккумулированной растением. В зависимости от конкретного вида культуры и условий окружающей среды способность к биологическому связыванию азота у зернобобовых культур составляет от 50 до 200 кг на гектар в год [5].

Чередование зернобобовых с другими культурами увеличивает биоразнообразие растений и обогащает среду обитания животных и насекомых. Зернобобовые улучшают почву и, соответственно, являются отличными предшественниками для многих культур. В структуре производства зерна в РФ зернобобовые культуры составляют 2,1%. Следует отметить, что в последние годы посевные площади под зернобобовыми в стране стабилизировались и составили около 1 млн. 617 тыс. га.

Фасоль, как представитель своего рода, — одна из самых популярных зернобобовых культур в мире. Её семена и зелёные бобы широко используются в кулинарии. Их едят свежими, варёными или консервированными.

Семена фасоли богаты питательными веществами: в них содержится 21-30 % белка (по качеству сравнимого с горохом), около 1,6 % жира, примерно 40 % углеводов и около 4 % минеральных веществ. Кроме того, фасоль — источник витаминов (К, B_1, B_2, РР, B_6, пантотеновой кислоты) и минералов (натрий, калий, магний, кальций, железо, фосфор, йод). Как и другие пищевые бобовые культуры, фасоль содержит большое количество незаменимых аминокислот, включая лизин, которого не хватает в большинстве злаков.

Зелёные бобы фасоли содержат до 15,7 % белка (в пересчёте на сухое вещество), до 2 % сахаров и до 22 мг витамина С на 100 грамм продукта. Зелёные бобы особенно ценны для диеты.

Благодаря высокому содержанию калия и низкому содержанию натрия, они обладают мочегонным эффектом и полезны для сердца. Фасоль также помогает контролировать уровень сахара в крови у людей с диабетом, так как содержащийся в ней аргинин действует подобно инсулину. В народной медицине отвар бобов используется для лечения заболеваний почек, гипертонии и ревматизма.

Актуальность исследований по культуре фасоли обыкновенной обусловлена возрастающим спросом на семена фасоли сортов, пригодных к современным технологиям производства и переработки. Для обеспечения возрастающих потребностей в сырье необходимо промышленное производство фасоли. Одним из методов увеличения производства семян является применение минеральных удобрений и подкормок на посевах фасоли.

Фасоль требовательна к содержанию микроэлементов, особенно бора, цинка, магния и молибдена. От этих элементов зависит нормальное течение процессов фотосинтеза и азотофиксации. Микроэлементы подходят для внекорневых подкормок. Особенно рекомендовано обрабатывать семена молибденово-кислым аммонием из расчёта на 1 кг посадочного материала — 0,25 г. В данном опыте в качестве микроэлемента выступал молибден.

Молибден поступает в растения в виде аниона и концентрируется в молодых растущих органах. В листе он сосредоточен, в основном, в хлоропластах.

Дефицит молибдена проявляется на верхних, молодых листьях, так как он не способен к реутилизации. Дефицит молибдена чаще проявляется на кислых почвах.

Молибден — важнейший микроэлемент для фасоли, критически необходимый для фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями

Он повышает урожайность, улучшает синтез белка, усиливает фотосинтез, устойчивость к болезням и засухе, а также обеспечивает лучшее развитие корней, предотвращая хлороз. Молибден выполняет многосторонние функции в метаболизме растений. Он участвует в белковом обмене, в частности, регулирует процесс восстановления нитратов в аммиачную форму, и в процессах азотфиксации клубеньковых бактерий, входя в состав ферментов нитрагеназы и нитратредуктазы. Повышает содержание хлорофилла в листьях, увеличивает площадь листовой поверхности и фотосинтетическую активность, стимулирует образование большего количества клубеньков на корнях сои, улучшает водный режим растений [5].

Наиболее всего фасолевые культуры нуждаются в молибдене, калии и фосфоре, что совершенно не зависит от вида и сорта фасоли. Но и перекармливать бобы нежелательно, так как это приведёт к негативным последствиям. Поэтому при подкормке важно соблюдать оптимальные дозы. Оптимальный pH почвы для фасоли должен быть в пределах 6,0-7,0. Вне этого диапазона усвоение питательных веществ значительно снижается. Температура почвы при внесении удобрений должна быть не ниже +10°C для обеспечения активности клубеньковых бактерий.

Молибден наиболее эффективен при внесении в виде молибдата аммония в ранние фазы роста растения.

С целью изучения влияния молибдена на урожайность фасоли обыкновенной в 2025 г. был заложен опыт на агробиостанции Марийского университета на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве.

Агрохимические характеристики почвы при закладке опыта были следующие: содержание гумуса 1,9 %, $pH_{сол.}$ – 6,2, содержание азота – среднее, фосфора и калия – повышенное.

Посев фасоли обыкновенной проводился вручную с шириной междурядья 30 см, расстояние между растениями в рядках 10-12 см. размещение вариантов в опыте было в шестикратной повторности. Для исследования был выбран среднеспелый сорт фасоли обыкновенной Красная шапочка.

В качестве микроудобрения применяли молибдат аммония. Молибдат аммония — высокоэффективное молибденовое микроудобрение, повышающее урожайность, улучшающее азотный обмен и увеличивающее содержание белка. Применяется преимущественно на кислых, дерново-подзолистых и торфянистых почвах, где молибден труднодоступен. Основные способы: предпосевное замачивание семян (самый экономичный) и некорневая подкормка.

Дозировка молибдата аммония для фасоли обыкновенной была следующая: обработка семян — 0,02% раствором препарата и опрыскивание посевов во время вегетации раствором аналогичной концентрации.

Опыт был заложен согласно методике [1] по следующей схеме:

1 – контроль (без удобрения);

2 - обработка семян молибденом;

3 – обработка посевов молибденом.

Результаты исследования показали, что применение молибдена при выращивании фасоли обыкновенной позволяет повышать урожайность семян. Существенная прибавка к урожаю была при обработке семенного материала перед посевом. Как показано в таблице, максимальная урожайность фасоли обыкновенной получена при предпосевной обработке семян молибденом и составила 2,86 т/га, что на 0,2 т/га выше контроля.

Таблица – Влияние молибдена на урожайность фасоли обыкновенной.

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля, +/-
Контроль (без удобрения)	2,66	-
Обработка семян молибденом	2,86	+0,20
Обработка посевов молибденом	2,78	+0,12
$НСР_{05}$	0,14	

Таким образом, молибден — эффективный инструмент для повышения продуктивности фасоли обыкновенной. Наилучший результат получен при обработке семян молибденом. Урожайность при этом была 2,86 т/га, соответственно на 0,2 т/га больше контрольного варианта.

Научный руководитель – Пашкова Г.И., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов - М.: Колос 1985. – 351 с.
2. Зотиков В. И. Зернобобовые культуры - важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства / В.И. Зотиков , Т.С. Наумкина, Н.В. Грядунова, В.С. Сидоренко, В.В. Наумкин // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. №1 (17).- 6-12 с.
3. Зотиков В.И. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации / В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко, Н.В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. -2018. - № 2 (26). - С. 4-10
4. Филиппова А.С., Жаркова С.В. Фасоль обыкновенная. значение и перспективы возделывания в алтайском крае / А. С. Филиппова, С. В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 11-2 (98).- 112-114 с.
5. Amino acid digestibility of extruded chickpea and yellow pea protein is high and comparable in mod-erately stunted South Indian children with use of a dual stable isotope tracer method / Devi, Sarita et al // The Journal of nutrition. - 2020. - № 5. - С. 1178-1185.

УДК 633.491

Данилов К.С., Зайцева Е.С., Козырев Н.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ продуктивности среднеранних сортов картофеля Адретта, Аризона, Ред Леди и Ред Скарлетт в агроклиматических условиях Республики Марий Эл. Наивысший (20,13 т/га) урожай товарных клубней был получен у сорта Аризона, а наименьший (17,39 т/га) – у сорта Ред Леди. Сорта Ред Скарлетт и Адретта по сбору товарных клубней уступали сорту Аризона на 2,38 и 1,16 т/га или 11,8 и 5,8 % соответственно. Максимальный (50,2 %) уровень рентабельности был получен при возделывании сорта картофеля Аризона, а минимальный (43,1 %) – на контрольном варианте с использованием сорта Ред Леди. Для повышения экономической эффективности производства среднераннего картофеля рекомендуется возделывание сорта Аризона.

Ключевые слова: анализ, сорт, картофель, клубень, урожайность, товарность, рентабельность.

Картофель (Solanum tuberosum L.) относится к числу стратегически значимых продовольственных и технических сельскохозяйственных культур. В совокупности с пшеницей (Triticum aestivum L.), кукурузой (Zea mays L.) и рисом (Oryza sativa L.) данная культура формирует четверку ведущих агрокультур мирового растениеводства [1; 15].

Ключевыми факторами, определяющими глобальную значимость картофеля, выступают:

- высокая адаптивность к разнообразным агроклиматическим условиям;
- интенсивное формирование продуктивных органов (клубней);
- широкая многофункциональность применения в хозяйственной деятельности [4–6; 10].

В структуре продовольственного баланса Российской Федерации (РФ) картофель занимает приоритетные позиции, являясь одним из базовых компонентов рациона питания населения [9; 12]. Пищевая ценность клубней обусловлена сбалансированным содержанием полноценных белков, полисахаридов, витаминных комплексов и минеральных элементов [8; 14].

Статистические данные распределения валового сбора картофельных клубней в РФ демонстрируют следующую структуру: 45 % – прямое потребление в пищу; 33 % – промышленная переработка; 22 % – использование в качестве корма для сельскохозяйственных животных [7].

В Республике Марий Эл картофель имеет первостепенное продовольственное значение, традиционно именуясь «вторым хлебом». Годовое потребление данной культуры на душу населения в регионе достигает 150 кг, что является одним из наиболее высоких показателей в Приволжском федеральном округе [13].

С учетом высокой потребительской востребованности и необходимости снижения зависимости от межрегиональных поставок особую актуальность приобретает обеспечение ритмичного поступления картофельной продукции на рынок. Это обуславливает необходимость культивирования сортов картофеля различных сроков созревания, адаптированных к местным агроклиматическим условиям [11].

Цель исследования – сравнительный анализ сортов картофеляв агроклиматических условиях Республики Марий Эл (РМЭ).

Опыты проводили на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,5 %, P_2O_5 – 148 мг/кг, K_2O – 176 мг/кг и $pH_{сол.}$ – 6,0. Погодные условия в годы проведения опытов удовлетворяли требованиям культуры. Объектами исследования служили среднеранние районированные сорта картофеля Ред Леди и Ред Скарлетт, а также перспективные сорта – Адретта и Аризона.

Схема опыта: 1. Ред Леди – контроль. 2. Адретта. 3. Аризона. 4. Ред Скарлетт.

Адретта (Adretta) – универсальный сорт немецкой селекции. Срок созревания составляет 70-95 дней. Характеризуется клубнями округло-овальной формы с желтой кожурой, светло-желтой мякотью и мелкими глазками. Сорт обладает высокой устойчивостью к вирусам, засухоустойчивостью и средней устойчивостью – к парше, черной ножке и фитофторозу.

Аризона (Arizona) – столовый сорт голландской селекции. Имеет срок созревания 75-90 дней. Клубни овальной формы, мякоть светло-желтая, глазки мелкие. Сорт обладает высокой устойчивостью к раку, морщинистой мозаике, золотистой нематоде и средней устойчивостью – к фитофторозу, жаро- и засухоустойчив.

Ред Леди (Red Lady) – столовый сорт немецкой селекции. Срок созревания составляет 70-80 дней. Характеризуется клубнями удлиненно-овальной формы, которые обладают красной кожурой, светло-желтой мякотью и мелкими глазками. Сорт имеет высокую устойчивость к раку, парше, золотистой нематоде и фузариозу, но подвержен фитофторозу.

Ред Скарлетт (Red Scarlett) – столовый сорт голландской селекции. Имеет срок созревания 70-80 дней. Клубни удлиненно-овальной формы с гладкой красной кожурой, светло-желтой мякотью и мелкими глазками. Сорт устойчив к раку картофеля, золотистой нематоде, вирусам, хорошо выдерживает засуху, но восприимчив к фитофторозу.

Общая площадь делянок составляла 56 м^2, учетная – 14 м^2. Размещение делянок в опытах было последовательным, повторность – 3-х кратная. Технология возделывания картофеля была общепринятой для РМЭ. Для посадки в первой декаде мая использовалась фракция клубней массой 50-80 г, обработанная инсекто-фунгицидным протравителем «Престиж». Схема посадки 70х30 см. Норма – 50 тыс. шт./га. Уборку урожая осуществляли вручную в начале второй декады июля. Учет, анализ и математическую обработку результатов исследований проводили по общепринятым методикам [3]. Экономическую эффективность рассчитывали, исходя из материальных затрат на возделывание картофеля и на основании закупочных цен.

Агротехнические мероприятия и погодные условия в годы проведения опытов позволили сформировать в среднем от 18,0 до 20,9 т/га клубней картофеля (табл. 1). Максимальная (22,4 т/га) урожайность клубней была получена в 2025 г. у сорта Аризона, а минимальная (17,8 т/га) в 2024 г. – у сорта Ред Леди. Объясняется это тем, что в Республике Марий Эл лето 2024 г. было самым теплым за все время метеонаблюдений. Так, средняя температура в этот период была на уровне 18,5 °С, что оказалось выше климатической нормы на 1,6 °С. Пик жары пришелся на первую декаду июля, что не позволило исследуемым сортам картофеля реализовать в полной мере свой продуктивный потенциал, в отличие от вегетационного периода 2025 г.

Таблица 1 – Урожайность изучаемых сортов картофеля

Сорта	Урожайность, т/га			
	2024 г.	2025 г.	средняя за 2 года	отклонение от контроля
Ред Леди – контроль	17,8	19,2	18,0	-
Адретта	19,6	21,0	19,8	1,8
Аризона	20,4	22,4	20,9	2,9
Ред Скарлетт	18,0	19,6	18,3	0,3
$НСР_{05}$	0,25	0,32	0,29	-

В среднем, по продуктивности сорт картофеля Аризона превосходил сорта Адретта, Ред Скарлетт и Ред Леди на 1,1 т/га; 2,6 и 2,9 т/га или на 5,3 %; 12,4 и 13,9 % соответственно.

Сравнительная оценка среднеранних сортов картофеля осуществлялась нами не только по общей продуктивности, но и посредством анализа показателей товарных клубней [2].

Согласно указанному стандарту, клубни, предназначенные для реализации, обязаны соответствовать ряду регламентированных критериев качества. К ключевым требованиям относятся:

- отсутствие механических повреждений;
- чистота поверхности (отсутствие загрязнений);
- наличие признаков свежести;
- отсутствие симптомов заболеваний и повреждений, вызванных вредителями;
- соответствие внешнего вида характеристикам, типичным для конкретного сорта (в том числе по форме и окраске кожуры).

Результат проведенных исследований свидетельствуют о высокой товарности анализируемых среднеранних сортов картофеля (табл. 2). Максимальная (97,0 %) товарность клубней картофеля за годы исследований была выявлена у сорта Ред Скарлетт, а минимальная (95,8 %) – у сорта Адретта. Сорта Аризона и Ред Леди уступали по данному показателю максимальному значению на 0,7 и 0,4 % соответственно.

Таблица 2 – Товарность изучаемых сортов картофеля

Сорта	Товарность, %			Урожай товарных клубней, т/га
	2024 г.	2025 г.	средняя за 2 года	
Ред Леди – контроль	96,3	96,9	96,6	17,39
Адретта	95,4	96,2	95,8	18,97
Аризона	96,1	96,5	96,3	20,13
Ред Скарлетт	96,6	97,4	97,0	17,75
$НСР_{05}$	-	-	-	0,33

Наивысший (20,13 т/га) урожай товарных клубней был получен у сорта Аризона, а наименьший (17,39 т/га) – у сорта Ред Леди. Сорта Ред Скарлетт и Адретта по сбору товарных клубней уступали сорту Аризона на 2,38 и 1,16 т/га или 11,8 и 5,8 % соответственно.

Экономическая эффективность возделывания среднеранних сортов картофеля обусловливается, главным образом, двумя ключевыми экономическими параметрами: рыночной стоимостью реализуемой продукции и величиной материальных издержек производства. В среднем за два года закупочная цена картофель составила 28000 руб./т.

Материальные затраты складываются из затрат на семена, удобрения, средства защиты растений, горюче-смазочных материалов, трудовых затрат, амортизации техники и логистических издержек. С увеличением урожайности клубней картофеля увеиваются затраты на их транспортировку и послеуборочную обработку (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства картофеля

Показатели	Сорта			
	Ред Леди – контроль	Адретта	Аризона	Ред Скарлетт
Стоимость продукции, руб./га	486920	531160	563640	497000
Материальные затраты, руб./га	340250	362080	375230	346060
Себестоимость 1 т клубней, руб.	19566	19087	18640	19496
Чистый доход, руб./га	146670	169080	188410	150940
Уровень рентабельности, %	43,1	46,7	50,2	43,6

Максимальный (50,2 %) уровень рентабельности был получен при возделывании сорта картофеля Аризона, а минимальный (43,1 %) – на контрольном варианте с использованием сорта Ред Леди. Рентабельность возделывания сортов Адретта и Ред Скарлетт была ниже максимального значения на 3,5 и 6,6 % соответственно.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Волков, А.И. «Прямой» посев после картофеля / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, Р.А. Шабалин // Аграрная Россия. – 2023. – № 5. – С. 10-13.
2. ГОСТ 7176-2017 «Картофель продовольственный. Технические условия». – М.: Стандартинформ, 2018. – 20 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.
4. Жаркова, С.В. Отзывчивость сортов картофеля на условия возделывания / С.В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 8-2 (83). – С. 121-124.
5. Ивенин, В.В. Влияние элементов технологии выращивания различных сортов картофеля на его экономическую эффективность в условиях Юго-востока Волго-Вятского региона / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, А.М. Магомедкасумов, Л.Г. Шашкаров // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (22). – С. 26-30.
6. Кеньо, И.М. Изучение продуктивности сортов картофеля при выращивании в КФХ Чернобровкин / И.М. Кеньо, Д.Н. Чернобровкин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 38 (201). – С. 154-163.
7. Киндулкин, И.В. Картофелеводство в Республике Марий Эл / И.В. Киндулкин, О.О. Сидоров, А.И. Волков // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку. Чебоксары, 2023. – С. 321-323.
8. Конопля, Н.И. Урожайность и качество клубней различных сортов картофеля в условиях Донбасса / Н.И. Конопля // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (14). – С. 35-40.
9. Митюхина, А.В. Роль сорта картофеля в повышении урожайности и качества растениеводческой продукции / А.В. Митюхина, А.В. Бабанов // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2022. – № 41 (46). – С. 47-51.
10. Павлов, М.Н. Сравнительное изучение продуктивности сортов картофеля в условиях Верхневолжья / М.Н. Павлов // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2023. – № 11. – С. 16-18.
11. Пашкова, Г.И. Продуктивность раннеспелых сортов картофеля / Г.И. Пашкова, У.Ш. Исмоилов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Йошкар-Ола, 2024. – С. 81-83.
12. Самаркин, А.А. Динамика формирования и продуктивность картофеля в зависимости от способа и срока посадки / А.А. Самаркин, А.Л. Шашкаров, Л.Г. Шашкаров // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (22). – С. 40-43.
13. Сидоров, О.О. Производство и потребление картофеля в Приволжском федеральном округе / О.О. Сидоров, И.В. Киндулкин, А.И. Волков // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. – Чебоксары, 2023. – С. 172-173.
14. Скрябин, А.А. Урожайность разных по скороспелости сортов картофеля в зависимости от предпосадочной обработки почвы в Среднем Предуралье / А.А. Скрябин // Дневник науки. – 2022. – № 1 (61).
15. Volkov, A.I. “Direct” sowing of grain crops after potatoes / A.I. Volkov, L.N. Prohorova, K.V. Bogdanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. –Т. 1112. – № 1. – С. 012013.

УДК 631.58

Зайцева Е.С., Козырев Н.А., Данилов К.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРОНОМА

Аннотация. Современное развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на улучшение производственных процессов в сельском хозяйстве. Интеграция автоматизированных систем, точное земледелие, интеллектуальная аналитика данных и прочие методы становятся неотъемлемой частью современного агробизнеса. Данная статья посвящена изучению наиболее эффективных направлений и тенденций внедрения цифровых решений в профессиональную деятельность агронома, учитывая новые технологические достижения и меняющиеся требования на рынке труда.

Ключевые слова: цифровые технологии, профдеятельность, агроном, почва, климат, культура.

В настоящее время интенсивное развитие цифровых технологий стимулирует рост наукоемких разработок и стартап-проектов в различных отраслях экономики, включая аграрный сектор [1]. В российском агропромышленном комплексе, в том числе и в сельском хозяйстве Республики Марий Эл, назрела необходимость внедрения инновационных информационных технологий для снижения издержек производства за счет автоматизации процессов и совершенствования системы управления [3].

Ключевыми драйверами цифровой трансформации агропромышленного комплекса выступают производители сельскохозяйственной техники и оборудования, разработчики электронных компонентов, а также создатели специализированного программного обеспечения [5-8]. Эффективное взаимодействие вышеперечисленных субъектов является необходимым условием динамичного развития отрасли [9-12]. В этой связи актуальным представляется изучение и тиражирование лучших практик внедрения цифровых решений в республиканские сельскохозяйственные предприятия

Цель работы – выявить возможность использования цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома.

Сельское хозяйство Республики Марий Эл обладает значительным потенциалом для внедрения цифровых технологий, однако специфические особенности региона к числу которых относятся почвы, климат, структура посевов, размер хозяйств и инфраструктура требуют повышенного внимания.

Почвенный покров республики представлен дерново - подзолистыми, серыми лесными, болотными, аллювиальными и перегнойно-карбонатными типами. Они отличаются низким содержанием органического вещества и высокой (64 %) степенью эродированности, отчетливо проявляющейся в Горномарийском, Сернурском, Куженерском, Новоторъяльском, Моркинском и Волжском районах. Данные почвы требуют дифференцированного подхода к внесению удобрений и мелиорации [2].

Климат – умеренно континентальный с риском засух в отдельные годы и переувлажнением в другие периоды, поэтому очень важным является точный прогноз погоды и мониторинг влажности почвы [4].

Структура посевов в республике представлена зерновыми (пшеница, рожь, ячмень, овес), кормовыми (кукуруза, однолетние и многолетние травы) и овощными (картофель, капуста) культурами, льном - долгунцом и др. Разные по биологии и морфологии сельскохозяйственные культуры требуют отличных друг от друга технологических решений.

По размерам хозяйств за исключением СПК «Звениговский», ЗАО «Племзавод Семеновский», АО «Племзавод Шойбулакский» и ГАП «Ресурс», преобладают средние и малые сельхозпредприятия с ограниченными бюджетами на цифровизацию, поэтому в приоритете – недорогие и быстроокупаемые решения.

Слабое развитие инфраструктуры, неравномерное покрытие мобильной связью и интернетом в сельской местности республики свидетельствуют о необходимости внедрения цифровых решений с офлайн-режимом и автономными датчиками.

Современные цифровые технологии кардинально трансформируют работу агронома, повышая точность принятия решений, оптимизируя затраты и увеличивая урожайность [13-15].

Одним из фундаментальных элементов цифровых технологий является «Точное земледелие» (Precision Agriculture). Это комплекс решений для дифференцированного управления аграрным производством на отдельных участках поля, включающий:

- GPS/ГЛОНАСС - навигацию – точное позиционирование техники, картирование полей, создание маршрутов движения;
- ГИС (геоинформационные системы) – визуализация и анализ данных о полях (рельеф, плодородие, влажность и т.д.);
- датчики и IoT (Интернет вещей) – мониторинг состояния почвы (влажность, температура, электропроводность), растений (биомасса, индекс NDVI) и микроклимата.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) с применением спутниковых снимков и данных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет проводить мультиспектральную и гиперспектральную съемку для оценки состояния посевов, рассчитывать вегетационные индексы (NDVI, EVI, LAI) для выявления стрессов растений, формировать карты урожайности и разрабатывать рекомендации по дифференцированному внесению удобрений.

Агрономические информационные системы и платформы, базирующиеся на специализированном программном обеспечении, позволяют планировать и внедрять оптимальные севообороты, корректировать ход посевных и уборочных работ; вести учет затрат семян, удобрений, средств защиты растений и топливо-смазочных материалов; прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культу на основе исторических данных и моделей; осуществлять интеграцию с метеостанциями и сервисами прогноза погоды.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение на основании алгоритмов для анализа больших данных способствуют точному прогнозированию развития болезней и вредителей на основе метеоданных и состояния посевов, подготовке рекомендациям по срокам обработки и дозировкам средств защиты растений; детальному распознаванию сорных растений и болезней по фотографиям через смартфоны или камеры на спецтехнике.

Роботизированные системы и техника с элементами искусственного интеллекта позволяют внедрять в сельхозпроизводство автономные тракторы и комбайны с автоматическим

пилотированием, роботов для прополки и точечного внесения химических средств защиты растений, системы автоматического контроля высева семян и внесения удобрений.

Цифровые двойники полей, созданные в режиме виртуальной реальности, позволяют проследить интеграцию данных из истории полей с учетом севооборота, применяемых агрохимикатов, полученной урожайности сельскохозяйственных культур и 3D-модели рельефа. Это позволяет спрогнозировать реакцию агроценоза на различные агротехнические воздействия, выявляя положительные и отрицательные аспекты от того или иного агротехнического приема.

Мобильные приложения для агрономов с портативными инструментами для работы в поле облегчают идентификацию болезней и вредителей по фото, облегчают оперативный доступ к справочникам пестицидов и удобрений, к метеорологическим данным и прогнозам, а также позволяют зафиксировать проблемные участки на поле с привязкой к координатам.

Умелое применение цифровых инструментов на практике позволяет агроному повысить эффективность своей профессиональной деятельности путем тщательного планирования сезона, непрерывного полевого мониторинга, быстрого принятия решений, качественного выполнения агротехнических приемов и корректировке планируемых результатов. Так, успешное планирование сезона основывается на всестороннем анализе данных прошлых лет в геоинформационной системе, составлении карт плодородия полей и урожайности сельскохозяйственных культур, подборе сортов и гибридов с помощью цифровых каталогов, расчете норм высева семян и удобрений на основе рекомендаций искусственного интеллекта.

Полевой мониторинг включает регулярные облеты полей дронами с мультиспектральной камерой, считывание данных с почвенных датчиков и их первичную обработку, а также внесение отметок в мобильное приложение при объезде полей.

Принятие быстрых решений базируется на детальном анализе NDVI-карт для выявления проблемных зон, получении профессиональных рекомендаций от агрономической платформы по обработке посевов и корректировок графиков проведения агроприемов, подкормок, поливов на основе данных метеостанции и датчиков влажности.

Качественное проведение агроприемов начинается с настройки соответствующей техники на дифференцированное внесение удобрений или средств защиты растений в стационарных условиях, в полевых условиях осуществляется контроль качества работ с помощью GPS-трекинга и камер, полученные данные автоматически документируются в системе учета.

Анализ результатов включает сравнение плановых и фактических показателей урожайности сельхозкультур, оценку экономической эффективности агротехнологий и накопление данных для улучшения прогнозов в следующем сезоне.

Преимуществами внедрения цифровых технологий в профессиональной деятельности агронома являются:

- увеличение урожайности на 10-25 % за счет оптимизации агротехнических приемов;
- уменьшение затрат на удобрения и средства защиты растений на 15-30 % благодаря точечному внесению;
- экономия ресурсов (вода, топливо-смазочные материалы, труд, время) через автоматизацию и точное планирование;
- минимизация рисков из-за своевременного выявления стрессов, болезней, вредителей и сорных растений;
- прозрачность и контроль всех этапов производства для менеджмента и инвесторов;
- накопление базы данных для долгосрочного улучшения агротехнологий.

Ограничивающими факторами для быстрого внедрения цифровых технологий в агропромышленный комплекс Республики Марий Эл являются высокая стоимость оборудования и программного обеспечения, необходимость обучения персонала, зависимость от качества интернет-связи в сельской местности, сложность интеграции разрозненных систем и вопросы кибербезопасности и защиты данных.

В целом, современные цифровые технологии превращают агронома из исполнителя типовых операций в аналитика и стратега, способного управлять сельхозпроизводством на основе точных данных. Постепенное внедрение даже отдельных инструментов (дроны, датчики, мобильные приложения) дает ощутимый экономический эффект и повышает устойчивость сельхозпредприятий.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Бареева, И.А. Особенности развития агропромышленного комплекса в условиях цифровизации / И.А. Бареева, Г.В. Фадеев // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 65-69.

2. Волков, А. И. Агроэкономическая эффективность возделывания кукурузы на зеленую массу / А. И. Волков, Л. Н. Прохорова, Д. В. Волкова // Сахарная свекла. – 2025. – № 10. – С. 21-23.
3. Волков, А.И. Динамика сельскохозяйственной техники и орудий в республике Марий Эл / А.И. Волков, Д.А. Иванов, А.В. Николаев // Молодежь и инновации. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 35-37.
4. Волков, А. И. Передовой опыт возделывания кукурузы в агроклиматических условиях Республики Марий Эл / А. И. Волков, Л. Н. Прохорова, М. А. Черников // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4(35). – С. 8-13.
5. Волков, А.И. Перспективы развития точного земледелия на базе информационных технологий / А.И. Волков, А.В. Николаев, А.Д. Смирнов // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 296-297.
6. Волков, А.И. Цифровые технологии в профессиональной деятельности агроинженера / А.И. Волков, О.В. Фаттахова, К.В. Богданов // Шаг в науку. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 475-478.
7. Волков, А.И. Smart-технологии для модернизации аграрной отрасли / А.И. Волков, А.В. Николаев, А.С. Степанов // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 18-21.
8. Иванов, Д.А. Инновационные технологии для технического обслуживания и ремонта средств механизации / Д.А. Иванов, А.В. Николаев // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. – С. 140-141.
9. Иванов, Д.А. Компьютерные программы для автоматизации трудоемких процессов в животноводстве / Д.А. Иванов, А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2022. – С. 597-599.
10. Иванов, Д.А. Современные технологии ремонта и технического обслуживания сельхозтехники / Д.А. Иванов, А.С. Степанов, А.И. Волков // Молодежь и инновации. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 272-273.
11. Кондратьева, О.В. Внедрение цифровых технологий в сфере сельского хозяйства / О.В. Кондратьева, О.В. Слинько // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. – 2022. – С. 24-26.
12. Лучшие практики использования информационных технологий в АПК / Кондратьева [и. др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 84 с.
13. Николаев, А.В. Перспективы развития сельскохозяйственной техники на базе цифровых технологий / А.В. Николаев, М.С. Николаев // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. – С. 186-188.
14. Прохорова, Л.Н. Повышение экономической эффективности агробизнеса в Республике Марий эл путем внедрения электронных технологий / Л.Н. Прохорова, К.В. Богданов, К.С. Родионов // Современные проблемы аграрной экономики и пути их решения. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 216-218.
15. Шейхова, М.С. Цифровизация агропромышленного комплекса в России / М.С. Шейхова, А.А. Каргина // Проблемы развития предприятий: теория и практика. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 711-714.

УДК 631.863

Замятин С. А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм
Манишкин С.Г.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ МАРИ ФЕРТИ НА МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Аннотация. Исследования проходили на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – изучали влияние удобрений на микробиологическую активность дерново-подзолистой почвы. Удобрения повышали эффективность микрофлоры в пахотном слое и общую микробную активность. Минеральные формы уменьшали количество бактерий, но увеличивали численность грибов и актиномицетов. При использовании Мари Ферти или смеси минеральных с органическими удобрениями росло число целлюлозоразлагающих микроорганизмов (актиномицетов и бактерий) и грибов

Ключевые слова: почва, микрофлора, органические удобрения, минеральные удобрения, бактерии, актиномицеты, грибы

Как известно, почва является особым телом, образующимся на поверхности Земли, в результате взаимодействия живой (органической) и мертвой (неорганической) природы, важнейшим свойством которой является плодородие. В настоящее время наблюдается повсеместное снижение плодородия почвы, вызванное ухудшением ее свойств в результате естественного изменения условий почвообразования, а также хозяйственной деятельности человека. Так, по оценкам Международной организации ФАО около 70% площади суши земного шара представлены малопродуктивными угодьями, производительность которых ограничена почвенно-климатическими, рельефными или хозяйственными условиями [1]. В связи с этим, возрастает необходимость разработки и проведения мелиоративных приемов по восстановлению и повышению почвенного плодородия. При этом, особая роль принадлежит органическому земледелию, то есть применению современных биотехнологий (удобрений, в том числе гранулированных органических, биопрепаратов, стимуляторов роста) и отказу от химикатов.

Микрофлора, является важным компонентом почвы, оказывает огромное влияние на плодородие, а также фитосанитарное состояние. Свойства и функции почвенных микроорганизмов разнообразны. Многие из них, несмотря на различие, а иногда прямо противоположные потребности, развиваются в одной и той же почве, состоящей из множества резко различающихся микросред. Изменение численности микроорганизмов зависит и от времени года: весной и осенью микроорганизмов больше, зимой и летом меньше. Биота верхних слоев богаче по сравнению с нижележащими слоями; особое обилие микроорганизмов характерно для прикорневой зоны растений, то есть ризосферы [2].

Также на численность и активность микрофлоры почвы большое влияние оказывают гранулированные органические удобрения [3]. Под их влиянием активизируется деятельность полезной микробиоты усиливается биологическая фиксация азота [4, 5]. При внесении в почву фосфорно-калийных удобрений растения мало используют почвенный азот, но усиливается деятельность азотфиксирующих микроорганизмов [6]. Также при ежегодном применении минеральных удобрений значительно увеличивается численность микроскопических грибов, но слабо развиваются нитрифицирующие бактерии и водоросли. Известно, что внесение навоза стимулирует развитие анаэробных бактерий и в некоторой мере – азотобактера и нитрификаторов [7].

В целом, наряду с положительным действием удобрений на интенсивность микробиологических процессов имеются сведения что применение только минеральных форм приводит к депрессии некоторых физиологических групп микроорганизмов, их численность становиться даже ниже, чем без удобрений, в то время как органические удобрения, наоборот усиливают все биохимические процессы [8].

На сегодняшний день, одним их эффективных приемов является применение гранулированных органических удобрений из куриного помета, обладающих комплексным действием и способностью стимулировать рост растений. К таким удобрениям можно отнести Мари Ферти.

В условиях Республики Марий Эл изучено действие минеральных, гранулированных органических и совместного применения половинных доз удобрений на почвенную микрофлору.

Исследования проводили на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока на моркови столовой сорта «Берникум Роял» по следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений)
2. Нитроаммофоска (N_{16} P_{16} K_{16}) (138 кг/га)
3. Нитроаммофоска (206 кг/га)
4. Мари Ферти ($N_{5,5}$ P_3 K_4) (400 кг/га)
5. Мари Ферти (600 кг/га)

Совместное применение половинных доз Мари Ферти и нитроаммофоски

6. Мари Ферти (200 кг/га) + Нитроаммофоска (69 кг/га)
7. Мари Ферти (300 кг/га) + Нитроаммофоска (103 кг/га)

Нитроаммофоска внесена в расчете по азоту органического удобрения Мари Ферти.

Повторность однофакторного опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 200 м^2. Размещение делянок систематическое. Предшественник моркови столовой – картофель.

Для оценки влияния удобрений на почвенные процессы в конце вегетации отбирали образцы, в которых определяли численность почвенной микрофлоры. Влияние удобрений оценивали с использованием классических и биохимических методов. Микроорганизмы определяли методом посева почвы на твердую питательную среду.

Таблица – Численность почвенной микрофлоры при внесении различных видов удобрений, тыс. КОЕ/ г почвы, 2025 г.

№ варианта	бактерии	актиномицеты	грибы	Всего
1 (контроль)	580	121	45	746
2	451	148	49	648
3	426	136	55	617
4	996	265	61	1322
5	1020	278	69	1367
6	938	273	62	1273

7	853	278	67	1198
Среднее	752	214	58	1024

Выявлено, что применение минеральных удобрений снизило количество бактерий в 1,29 раз. Повышенные дозы минеральных удобрений ещё больше в 1,36 раз снизили количество бактерий по сравнению с вариантом контроль. Применение удобрения Мари Ферти и совместное применение минеральных и органических удобрений увеличило численность бактерий. Причем, внесение удобрения Мари Ферти в дозе 400 кг/га повысило заселенность бактерий в 1,72 раза по сравнению с естественным фоном плодородия. Доза 600 кг/га увеличила численность бактерий до 1020 тыс. КОЕ в 1 гр. почвы, что в 1,76 раза выше контрольного варианта. Несколько ниже, но все равно на высоком уровне, оказалось количество бактерий от совместного применения минеральных и органических удобрений.

Применение удобрений увеличило рост актиномицетов в ризосфере столовой моркови. Так, применение нитроаммофоски, внесенной по азоту удобрения Мари Ферти в дозе 400 кг/га повысило количество актиномицетов в 1,22 раза, а в дозе 600 кг/га, только 1,12 раза. А применение только органического удобрения Мари Ферти в дозе 400 кг/га значительно повысило численность актиномицетов (в 2,19 раза), 600 кг/га – в 2,29 раза. Совместное применение органических и минеральных удобрений, также высоко повысило количество актиномицетов в почве в 2,25 – 2,29 раза.

Численность грибов в исследованиях варьировало от 45 до 69 тыс. КОЕ / г почвы. Наименьшее их количество было выявлено в варианте без удобрений – 45 тыс. КОЕ / г почвы. Наибольшее количество, как бактерий и актиномицетов, так и грибов было в варианте с внесением удобрения Мари Ферти – 61 и 69 тыс. КОЕ / г почвы в дозах 400 и 600 кг/га соответственно. Применение только минеральных удобрений незначительно повысило численность микромицетов (в 1,09 – 1,22 раза) в почве.

Таким образом, наряду с положительным действием удобрений на численность и активность жизнедеятельности почвенных микроорганизмов выявлена уменьшение некоторых групп микроорганизмов, в частности бактерий, которых становиться даже ниже чем в варианте без удобрений. Для повышения эффективности минеральных удобрений необходимо сочетание их с гранулируемым органическим удобрением Мари Ферти. Наибольшее воздействие на рост численности микроорганизмов оказывает внесение удобрения Мари Ферти в дозе 600 кг/га. Общее количество почвенных микроорганизмов увеличивается в 1,83 раза, по сравнению с вариантом без удобрений.

Список литературы

1. Хохлова О.Б. Повышения плодородия малопродуктивных и деградированных почв удобрительно-мелиорирующими смесями на основе сапропелей: автореф. дис. докт. с.-х. наук. – М., 2007. – 48 с.
2. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. И доп. – Дрофа, 2005. – 445 с.
3. Максимова Р.Б., Замятин С.А. Почва как живая система: биологическая активность и ее значение // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения / Материалы международной научно-практической конференции. Выпуск XXVII. Йошкар-Ола: Мар.гос.ун-т, 2025 – С. 19-21. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=82386909
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева.Изд. 2-е, пер. и доп.. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
5. Мишустин Е.Н. Тетер Е.З. Влияние длительного севооборота, монокультур и удобрений на состав почвенной микрофлоры // Известия ТСХА, 1963. №6. – С. 85-95.
6. Дахмуш А.С. Кожемяков А.П. Использование ассоциативных ризобактерий в улучшении плодородия почв и питании растений // агрохимия. 2007. № 1. – С. 57-61.
7. Турбас Э., Дийс В. Влияние удобрений на численность микроорганизмов в дерново-подзолистой почве: сб. тр. Эстонской с.-х. академии. – 1973. – 143 с.
8. Ширская Г.М., Пивоваров Г.Е., Гомонов Н.Ф. Применение минеральных удобрений как один из факторов токсикоза почв в агробиоценозах // Микроорганизм как компонени биогеоценоза: тр. Вс. Симпозиума Алма-Ата, 1982. – С. 135-136.

УДК 635.132

Замятин С. А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм
Манишкин С.Г., Апаева Н.Н.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В представленной статье анализируются результаты изысканий в области применения гранулированного органического удобрения Мари Ферти, с целью не только совершенствования технологии выращивания столовой моркови. Но и предложить новый путь усовершенствования питания растений. Проведен сравнительный анализ влияния традиционных минеральных удобрений, гранулированных органических удобрений и естественного плодородия почв, позволяющий получать высокую урожайность моркови столовой.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение Мари Ферти, минеральные удобрения, столовая морковь, сорт Берникум Роял.

Морковь – важнейшая овощная культура, имеющая разностороннее использование. Она широко распространена в нашей стране. Ее выращивают практически в каждом личном подсобном хозяйстве. Корнеплод ценится своим химическим составом, богат углеводами, витаминами, минеральными веществами и аминокислотами [1]. Важнейшей характеристикой корнеплодов считается содержание сахаров [2]. Условия почвы и климата в республике Марий Эл благоприятны для успешного возделывания моркови столовой. Без применения удобрений в дерново-подзолистых почвах морковь не дает высокого урожая. Благодаря минеральным удобрениям в регионе урожайность моркови увеличивается. В литературных источниках можно найти много информации о положительной роли минеральных удобрений в повышении урожайности моркови [3-5].

В Республике Марий Эл морковь выращивают в личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйствах. Производители предпочитают применять минеральные удобрения для повышения урожайности. Это связано с тем, что, с одной стороны, под морковь не рекомендуется применение свежих органических удобрений, с другой в хозяйствах животноводство не развито и нет органики для компостирования. Но минеральные удобрения не восполняют плодородие почвы, а происходит их деградация (увеличивается кислотность, снижается содержание гумуса и т.д.). Для мелких товаропроизводителей есть еще одна проблема – высокая стоимость удобрений [6].

В нашем регионе много птицефабрик, которые кроме мяса дают птичий помет в большом количестве. Проблема утилизации куриного помета является экологически важной. Без надлежащей подготовки ее к применению в качестве удобрения можно нанести вред почве и качеству продукции [7]. В Республике Марий Эл проводится гранулирование куриного помета. Гранулированное органическое удобрение из птичьего помета (Мари Ферти) производит ООО «Грин Агро». После прохождения стадии ферментирования и компостирования данное удобрение теряет запах за счет высокой температуры. В готовом продукте исчезает вся патогенная микрофлора, семена сорных растений теряют всхожесть. Это экологически безвредное удобрение. Оно содержит набор макро- и микроэлементов [8].

Птичий помет привлекает внимание из-за его способности улучшить свойства почвы Он является ресурсом для повышения и поддержания плодородия почвы, обеспечивая ее питательными веществами и увеличивая содержание органического вещества в почве [9, 10]. Практика показывает, что сельхозтоваропроизводители неохотно идут на замену минеральных удобрений на гранулированные органические удобрения. Поэтому мы провели исследования по изучению эффективности гранулированного органического удобрения при выращивании моркови столовой.

Цель исследования – установление эффективности удобрения Мари Ферти в повышении урожайности и качества корнеплодов моркови столовой.

Полевые исследования проведены на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо–Востока в 2025 году. Схема внесения удобрений включала в себя:

1. Контроль (без удобрений)
2. Нитроаммофоска (N_{16} P_{16} K_{16}) (138 кг/га)
3. Нитроаммофоска (206 кг/га)
4. Мари Ферти ($N_{5,5}$ P_3 K_4) (400 кг/га)
5. Мари Ферти (600 кг/га)

Совместное применение половинных доз Мари Ферти и нитроаммофоски

6. Мари Ферти (200 кг/га) + Нитроаммофоска (69 кг/га)
7. Мари Ферти (300 кг/га) + Нитроаммофоска (103 кг/га)

Нитроаммофоска внесена в расчете по азоту органического удобрения Мари Ферти.

Возделываемый сорт моркови столовой – Берникум Роял. Предшественник – картофель. Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Размещение делянок систематическое. Повторность однофакторного опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 200 м^2. Исследования закладывались в соответствии с методикой опытного дела и методикой государственного сортоиспытания [11, 12].

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, является типичной для центральной зоны Республики Марий Эл. Глубина пахотного слоя 20 см. Она имеет буровато-палевый белесый оттенок, имеются рыжеватые вкрапления ниже пахотного горизонта. Структура почвы пластинчато-комковато-пылевидная, пронизанная корнями растений. Содержание органического вещества в почве колеблется от 4,14 до 5,69 %. Реакция почвенного раствора – ближе к нейтральной нейтральная ($pH_{сол}$ 5,9-6,5). Содержание общего азота 0,16-0,20%, подвижных соединений фосфора 1109-1129 и калия 564-818 мг/кг почвы.

Для выявления эффективности отдельных элементов агротехники проводился анализ структуры урожая моркови (таблица 1).

Таблица 1 –Структура урожая моркови, сорта Берникум Роял в зависимости от агротехнических приемов 2025г.

Варианты	Средняя масса корнеплода, гр	Средняя длинна корнеплода, см	Средний диаметр корнеплода, см	Урожайность, т/га	Прибавка	
					т/га	%
1	181,6	24,7	14,0	2,87		
2	203,4	25,1	14,3	3,67	0,8	27,9
3	239,0	25,3	14,8	3,79	0,92	32,1
4	252,8	25,4	15,5	3,74	0,87	30,3
5	256,1	25,7	15,7	3,83	0,96	33,4
6	258,6	26,0	16,1	4,14	1,27	44,3
7	283,2	26,1	16,1	4,23	1,36	47,4
$НСР_{05}$	21,6	0,3	0,2	0,76		

Представление о посеве моркови как о единой системе, обеспечивающей наиболее эффективное использование энергии солнечного света и высокую продуктивность фотосинтеза, поддерживает важное значение проблемы правильной конфигурации размеров и конфигурации площадей питания и т.д. Поэтому особенности формирования основных элементов структуры продуктивности овощных растений в зависимости от условий выращивания определяет величину урожая.

Анализ элементов структуры урожая корнеплодов моркови показал, что изучаемые агротехнические приемы оказали на них положительное действие. Анализируя полученные данные, можем сделать заключение, что на фоне естественного плодородия почвы вес одного корнеплода составил 181,6 гр. Средняя длинна корнеплода, на этом варианте была 24,7 см, диаметр корнеплода – 14,0 см.

При применении минеральных удобрений, нитроаммофоска (16, 16, 16) внесенных в физическом весе в дозе 138 кг/га увеличила среднюю массу корнеплодов (на 21,8 гр.), среднюю длину корнеплода (на 0,4 см), средний диаметр корнеплода (на 0,3 см). Урожайность моркови на этом варианте составила 3,67 т/га, Это достоверно выше контрольного варианта. На этом варианте уменьшилось количество нестандартной продукции по сравнению с контролем (без удобрений).

При внесении повышенных доз минеральных удобрений (206 кг/га в физическом весе) средние: масса, длинна и диаметр корнеплода, еще больше увеличились и составили: 239,0 гр, 25,3 см и 14,8 см., соответственно. Это на 57,4 гр, 0,6 см, 0,8 см выше контрольного варианта (естественный фон плодородия). Урожайность на этом варианте была 3,79 т/га, что на 0,92 т/га выше контроля. Применение минеральных удобрений на 3-м варианте снизило на 14% урожайность нестандартной продукции по сравнению со 2-м вариантом. Тогда как по сравнению с 1-м вариантом этот показатель был так же достаточно низким.

Применение ферментированного куриного помета Мари Ферти в дозах 400 и 600 кг/га (в физическом весе) достоверно повысило средние массу, длину и диаметр корнеплодов моркови. Урожайность моркови на этих вариантах была примерно одинаковой и составила 3,79 и 3,74 т/га, соответственно. На этих вариантах значительно сократилось урожайность нестандартной фракции

моркови, не только с контрольным вариантом, но и с вариантами при внесении только минеральных удобрений.

Совместное применение минерального и гранулированного органического удобрений еще больше увеличило средние массы изучаемых вариантов не только по сравнению с контролем, но и с делянками, где применялись только минеральные или только органические удобрение Mari Ferti. Урожайность корнеплодов на этих вариантах тоже была наивысшей и составила 4,14 т/га на 6-м и 4,23 т/га на 7-м варианте. Процент нестандартной моркови здесь был одним из самых высоких, по сравнению с вариантами, где применялись удобрения. По сравнению с фоном без удобрений процент нестандартного урожая на этих вариантах был ниже на 30-35%.

Мы проанализировали массовую долю элементов питания в морковной ботве (таблица 2).

Таблица 2 – Участок № 1. Массовая доля элементов питания в морковной ботве, сорта Берникум Роял в зависимости от агротехнических приемов 2025г.

Варианты	Массовая для азота, ГОСТ 13496.4-2019 П.8, %	Массовая доля фосфора, ГОСТ 26657-97 П.4, %	Массовая доля калия, ГОСТ 30504-97, %
1	2,79	0,38	3,76
2	2,73	0,38	3,26
3	3,07	0,39	3,16
4	2,62	0,34	3,65
5	3,76	0,47	3,66
6	3,54	0,47	2,98
7	3,32	0,49	2,93

Результаты анализа говорят, что на 1-м, 2-м, 3-м и 4-м вариантах наблюдается наименьший вынос азота и фосфора с урожаем моркови, чего нельзя сказать о выносе калия. Калий выносится на всем опыте примерно одинаково, независимо от доз и видов внесенных удобрений.

Список литературы

1. Верчик Т.А. Опыт применения капельного орошения при выращивании моркови (обзор) // Овощи России. 2025. № 2 С. 120-125.
2. Халиуллин П.Ш., Ульрих Е.В. Определение содержания сахаров в плодах моркови методом рефрактометрии // Достижения науки и техники АПК . – 2019. - № 1. – С.50-52.
3. Беляев А.И., Петров Н.Ю., Пугачева А.М., Петров Ю.Н., Аксенов М.П. Влияние адаптивной технологии выращивания столовой моркови в Волго-Донском междуречье // Аграрный научный журнал. 2022. № 9 С. 8-12.
4. Сергетенко С.Н., Герасимов А.Р. Воздействие ОМУ универсал на морфологические и биохимические параметры моркови сорта Каротелька // сб. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XV Международной научно-практической конференции. Ульяновск, 2025. С. 911-920.
5. Беляев А.И., Петров Н.Ю., Пугачева А.М., Зволинский С.В., Петров Ю.Н. актуальное выращивание столовой моркови на юге России // Теоритические и Прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2022. № 3 (53). С. 36-39.
6. Apaeva N.N., Manishkin S.G., Kudryashova L.V., Yamalieva A.M. An innovative approach to the use of the granulated organic fertilizers based on bird droppings on crops of spring wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – P. 22062.
7. Гончар С.Г., Быкин А.В. Влияние удобрений на формирование урожая моркови столовой при различных технологиях возделывания // Агрохимический вестник. — 2014. — № 2. — С. 37-38.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267с.

УДК 633.358

Замятин С.А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм
Манишкин С.Г.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА СОРТА «ФАЛЕНСКИЙ ЮБИЛЕЙНЫЙ» В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Статья посвящена вопросу эффективности применения минеральных и гранулированных органических удобрений Мари Ферти при возделывании гороха сорта Фалёнский юбилейный по предшественнику белокочанная капуста в республике Марий Эл. В ходе проведения исследований установлено, что для получения максимальной урожайности целесообразно совместно применять половинные дозы органических удобрений Мари Ферти (300 кг/га) и нитроаммофоски (103 кг/га)

Ключевые слова: горох посевной, гранулированное органическое удобрение Мари Ферти, нитроаммофоска, урожайность.

С увеличением роста населения Земного шара все острее становится вопрос обеспечения продуктами питания, в том числе растительным белком. Одной из культур в семенах которой в больших количествах содержатся протеины, является горох. По мнению ряда авторов, сбор сельскохозяйственной продукции обуславливается суммой условий. Максимальное значение имеют почвенно-климатические условия, а так же возделывание новых высоко адаптированных к условиям выращивания сортов [1, 2]. Кроме того, в современных экономических условиях существует необходимость в оптимизации технологии внесения удобрений, а также отзывчивость растений того или иного сорта на внесенные туки [3, 4].

Весомая роль в воспроизводстве почвенного плодородия в современном земледелии отводится использованию органических удобрений в системе севооборотов [5].

В нашем регионе много птицефабрик, которые кроме мяса дают птичий помет в большом количестве. Проблема утилизации куриного помета является экологически важной. Без надлежащей подготовки ее к применению в качестве удобрения можно нанести вред почве и качеству продукции [6]. В Республике Марий Эл проводится гранулирование куриного помета. Гранулированное органическое удобрение из птичьего помета (Мари Ферти производит ООО «Грин Агро». После прохождения стадии ферментирования и компостирования данное удобрение теряет запах за счет высокой температуры. В готовом продукте исчезает вся патогенная микрофлора, семена сорных растений теряют всхожесть. Это экологически безвредное удобрение. Оно содержит набор макро- и микроэлементов [7].

В связи с этим основной целью проводимых исследований было эффективность применения удобрений, в том числе и Мари Ферти при возделывании гороха посевного сорта «Фалёнский юбилейный» в условиях Республики Марий Эл.

Полевые исследования проведены на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо–Востока в 2025 году. Схема внесения удобрений включала в себя:

1. Контроль (без удобрений)
2. Нитроаммофоска (N_{16} P_{16} K_{16}) (138 кг/га)
3. Нитроаммофоска (206 кг/га)
4. Мари Ферти ($N_{5,5}$ P_3 K_4) (400 кг/га)
5. Мари Ферти (600 кг/га)

Совместное применение половинных доз Мари Ферти и нитроаммофоски

6. Мари Ферти (200 кг/га) + Нитроаммофоска (69 кг/га)
7. Мари Ферти (300 кг/га) + Нитроаммофоска (103 кг/га)

Нитроаммофоска внесена в расчете по азоту органического удобрения Мари Ферти.

Возделываемый сорт гороха – Фелёнский юбилейный. Предшественник – белокочанная капуста. Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Размещение делянок систематическое. Повторность однофакторного опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 200 м^2. Исследования закладывались в соответствии с методикой опытного дела и методикой государственного сортоиспытания [8, 9].

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, является типичной для центральной зоны Республики Марий Эл. Глубина пахотного слоя 20 см. Она имеет буровато-палевый белесый оттенок, имеются рыжеватые вкрапления ниже пахотного горизонта. Структура почвы пластинчато-комковато-пылевидная, пронизанная корнями растений. Содержание органического вещества в почве колеблется от 3,15 до 3,75 %. Реакция почвенного раствора

нейтральная ($pH_{сол}$ 6,6-6,9). Содержание общего азота 0,18-0,20%, подвижных соединений фосфора 1221-1305 и калия 818-880 мг/кг почвы.

Урожайность гороха, определяется элементами структуры урожая (таблица). Наибольшей высотой выделялись растения на вариантах с совместным применением минеральных и органических удобрений (102…96 см.). Растения на вариантах с применением отдельного внесения как минеральных так и органических удобрений несколько уступали по высоте. Наименьшей высотой обладали растения на естественном фоне плодородия (91 см.).

Продуктивность отдельных растений гороха определяется, прежде всего количеством бобов на растении и зерен в бобе. Так количество бобов на растении на всех вариантах опыта было примерно одинаковым и составляло 9-10 шт. Число семян в бобах несколько различалось по вариантам опыта и составляло на 1-м варианте (естественный фон питания) 4,8 шт. в одном бобе. При применении одних минеральных удобрений 5,0…5,4 шт. При внесении гранулированных органических удобрений Мари Ферти – 5,2…5,4 шт. При совместном использовании минеральных и органических удобрений 5,3…5,5 шт. в одном бобе.

Таблица – Урожайность и структура урожая гороха посевного сорта фалёнский юбилейный в зависимости от агротехнических приемов 2025г.

Варианты	Высота растений, см	Число семян в бобах, шт.	Масса 1000 семян, гр	Урожайность, ц/га	Прибавка	
					ц/га	%
1	91	4,8	149,78	41,5		
2	94	5,0	151,46	50,4	8,9	21,4
3	97	5,4	152,84	55,8	14,3	34,5
4	95	5,2	153,23	52,3	10,8	26,0
5	98	5,4	154,12	56,6	15,1	36,4
6	96	5,3	156,41	54,7	13,2	31,8
7	102	5,5	157,23	56,9	15,4	37,1
$НСР_{05}$				8,7		

Наиболее высокая урожайность в опыте была отмечена на вариантах с наибольшим внесением минеральных, органических и совместных внесением как минеральных, так и органических удобрений (55,8, 56,6 и 56,9 ц/га, соответственно). Применение пониженных доз изучаемых удобрений несколько снижают урожайность гороха, но все же, это достоверно выше контрольного варианта.

Таким образом, анализ проведенных исследований показал высокую отзывчивость растений гороха сорта Фалёнский юбилейный на применяемые удобрения. Наиболее низкая урожайность отмечалась в варианте без применения удобрений – 41,5 ц/га. Использование сложных минеральных удобрений (нитроаммофоска) в дозе 138 кг/га повысило данный показатель на 8,9 ц/га. При увеличении дозы минерального удобрения до 206 кг/га, прибавка урожайности достоверно повысилась на 14,3 ц/га. Существенно более высокую прибавку урожайности давало применение гранулированного органического удобрения Мари Ферти. Как в дозе 400 кг/га, так и в дозе 600 кг/га. Максимальная прибавка урожайности изучаемого сорта гороха отмечена при совместном применении минеральных и органических удобрений Мари Ферти 13,2…15,4 ц/га.

Список литературы

1. Парамонов А.В., Медведева А.В. Влияние севооборотов, способов обработки почвы, удобрений на урожайность гороха в Приазовской зоне Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. № 2. – С. 46-48.
2. Лыскова И.В., Широких И.Г., Назарова Я.И., Лыскова Т.В., Пислегина С.С., Перевозчикова Г.А. Эффективность применения лабораторных образцов на основе бактерий рода Streptomyces на горохе в условиях Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. Т. 25. № 4. – С. 634-644.
3. Федюшкин А.В. Парамонов А.В., Медведева В.И. Влияние систематического применение удобрения на продуктивность зернотравяного севооборота // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 6. – С. 107-112.
4. Лыскова И.В., Лыскова Т.В. Качество зерна яровых зерновых при возделывании в севообороте и длительном применении (последействии) минеральных удобрений // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. Киров, 2023. С. 145-148.
5. Новоселов, С. И. Влияние севооборота и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // Вестник Марийского государственного университета серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. — 2017. — № Том 3 № 1. — С.60-65.
6. Apaeva N.N., Manishkin S.G.,. Kudryashova L.V., Yamalieva A.M. An innovative approach to the use of the granulated organic fertilizers based on bird droppings on crops of spring wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – P. 22062.

7. Апаева, Н.Н. Эффективность применения гранулированного удобрения из птичьего помета при выращивании моркови столовой [Текст] / Н. Н. Апаева, С.Г. Манишкин // Агропромышленные технологии Центральной России. — 2022. —№4 (26). – С. 48-53. DOI: 10.24888/2541-7835-2022-26-48-53.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267с.

УДК 633.34

Козырев Н.А., Данилов К.С., Зайцева Е.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

Аннотация. Изучено влияние регуляторов роста при возделывании сои на зеленую массу. С агрономической и экономической точек зрения наиболее эффективной является предпосевная обработка семян сои на протяжении часа регулятором роста Мелафен.

Ключевые слова: использование, регулятор роста, возделывание, соя, урожайность, зеленая масса.

Соя (Glycine max (L.) Merr.) в настоящее время является одной из ключевых сельскохозяйственных культур в мировом растениеводстве [3; 5]. Благодаря высокому содержанию растительного белка (до 41 %) и масла (до 24 %), она служит основой для производства пищевых продуктов, кормов для животных и сырья в различных отраслях промышленности. Мировое годовое производство сои превышает 260 млн. т, а спрос на неё продолжает расти [12].

В Российской Федерации соя приобретает все большую популярность [7]. Увеличение посевных площадей и повышение урожайности культуры помогают решать проблему дефицита растительного белка [8; 11]. В Республике Марий Эл возделывание сои сопряжено с рядом трудностей: чувствительность к почвенно - климатическим условиям; уязвимость к абиотическим стрессам (засуха, перепады температур); зависимость от эффективности симбиотической азотфиксации клубеньковых бактерий; необходимость оптимизации роста и развития растений для максимальной реализации генетического потенциала сортов. Актуальность темы обусловлена необходимостью поиска эффективных и экологически безопасных методов повышения урожайности сои.

Одним из перспективных агротехнических приемов, позволяющих преодолеть эти ограничения, является применение регуляторов роста растений [1-2; 4; 6]. Эти вещества, включая природные фитогормоны и их синтетические аналоги, целенаправленно воздействуют на физиологические процессы в растениях: стимулируют прорастание семян и развитие корневой системы; регулируют рост побегов и ветвление; усиливают фотосинтез и накопление биомассы; повышают устойчивость к стрессовым факторам и улучшают завязывание и налив бобов [9-10; 13].

Цель работы – изучить влияние регуляторов роста «КорнеСил» и «Мелафен» на продуктивность сои.

Опыты проводили в 2025 г. на опытном участке агробиостанции Марийского государственного университета на малогумусовой дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенной концентрацией подвижного фосфора и обменного калия, среднекислой реакцией по всему профилю. Климатические условия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Климатические показатели Республики Марий Эл за 2025 год

Показатели	Месяцы												Средняя температура / сумма осадков
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура, °С	−3,8	−7,2	1,8	8	13,7	16,9	19,4	17,5	12,2	6,3	2,0	−5,0	6,8
Количество осадков, мм	56	15	20	31	74	141	68	127	18	36	74	30	690

Объектом исследования служил сорт сои «Ирбис» (см. рис.). Его отличают повышенная холодо- и засухоустойчивость. Высота растений варьирует от 93 до 112 см, нижние бобы при оптимальной густоте стояния растений располагаются на высоте 15-16 см от поверхности почвы. Растения имеют устойчивость к полеганию и преждевременному растрескиванию бобов при длительном перестое на корню. Опушение растений серое. Окраска бобов светло-коричневая.

Окраска венчика цветка фиолетовая. Семенная оболочка желтая, в оптимальных условиях созревания без пигментации. Рубчик семени светло-коричневый, с варьированием от почти бесцветного до темно-коричневого в зависимости от погодных условий в период налива и созревания семян. Масса 1000 семян – 128-144 г.

Схема опыта: Фактор А – регуляторы роста. 1. Контроль – без использования регуляторов роста. 2. Мелафен. 3. КорнеСил. Фактор В – ширина междурядий: 1. 15 см. 2. 45 см. Семена перед посевом выдерживали на протяжении 1 ч в водных растворах изучаемых регуляторов роста.

КорнеСил – биостимулятор роста растений, предназначенный для улучшения корнеобразования и повышения приживаемости рассады, черенков, саженцев и луковиц. Препарат способствует активному развитию корневой системы, ускоряет прорастание семян и помогает растениям быстрее адаптироваться после пересадки.

Мелафен – регулятор роста растений, обладающий широким спектром биологической активности при сверхнизких концентрациях. Он применяется в сельском хозяйстве для повышения урожайности, улучшения качества продукции и повышения устойчивости растений к стрессовым факторам.

а) б)

в) г)

Рисунок – Фазы развития сои:
а) всходы; б) развитие листьев, в) бутонизация, г) образование бобов.

Анализы, учеты и статистическая обработка результатов исследования в опыте проводились по общепринятым методикам.

Качественный семенной материал является ключевым условием для роста и развития всех сельскохозяйственных культур. Как показывают результаты исследований, предпосевная обработка семян сои регуляторами роста КорнеСил и Мелафен увеличивала энергию прорастания на 2 и 6 %, а лабораторную всхожесть – на 2 и 5 % соответственно (табл. 2). В то же время предпосевное замачивание семян затрудняло процесс посева и негативно сказалось на полевой всхожести.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на энергию прорастания и всхожесть сои

Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть лабораторная, %	Всхожесть полевая, %
Без обработки – контроль	20	75	35
КорнеСил	22	77	33
Мелафен	26	80	30

Урожайность зеленой массы один из показателей эффективности использования регуляторов роста и общей урожайности сои. Максимальная (2520 г/м^2) урожайность зеленой массы сои сорта Ирбис была получена на варианте с шириной междурядий 15 см и использованием регулятора роста Мелафен, а минимальная (1015 г/м^2) – на контрольном варианте с шириной междурядий 45 см (табл. 3).

Таблица 3 – Структура урожайности зеленой массы сои сорта Ирбис

Ширина междурядий	Варианты	Количество растений, на шт./м^2	Масса 1 растения, г	Урожайность, г/м^2
15 см	Контроль	12	150	1800
	КорнеСил	10	210	2100
	Мелафен	9	280	2520
45 см	Контроль	7	145	1015
	КорнеСил	5	215	1075
	Мелафен	9	250	2250

В целом, применение регуляторов роста КорнеСил и Мелафен при предпосевной обработке семян сои способствовало формированию большего количества зеленой массы, чем на контрольном варианте, где обработка семян не проводилась.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Волков, А.И. Использование биопрепаратов при возделывании кукурузы на зерно в условиях Чувашии / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Л.Н. Прохорова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3, № 6. – С. 66-68.
2. Волков, А.И. Саморегуляция биоагроценоза при длительном применении no-till технологии / А.И. Волков, К.С. Данилов, А.С. Степанов // Инновационные технологии в земледелии и мелиорации на современном этапе развития АПК. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2022. – С. 661-665.
3. Головина, Е.В. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ / Е.В. Головина, В.И. Зотиков. – Орел: Картуш, 2019. – 320 с.
4. Ефремов, И.В. Агроэкономическая оценка использования природных стимуляторов при возделывании сахарной свеклы / И.В. Ефремов, А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 2 (14). – С. 19-23.
5. Жирнова, Д.Ф. Влияние биостимуляторов различного происхождения на биохимические показатели и элементный состав проростков семян сои / Д.Ф. Жирнова, С.В. Хижняк, Д.А. Сат // Успехи современной науки. – 2015. – № 2. – С. 78-83.
6. Кириллов, Н.А. Отзывчивость моркови на применение регулятора роста растений / Н.А. Кириллов, А.И. Волков // Овощеводство и бахчеводство открытого грунта. Проблемы и перспективы развития. – Соленое Займище: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2016. – С. 30-33.
7. Колесар, В.А. Оценка эффективности использования разных ростостимуляторов на сорте сои Скульптор / В.А. Колесар // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования. – Казань, 2021. – С. 78-86.
8. Кошкарова, Т.С. Сравнительный анализ раннеспелых сортов сои в условиях юга России / Т.С. Кошкарова, А.М. Зейлигер // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 6. – С. 19-20.

9. Куликов, Л.А. Влияние регуляторов роста на урожайность зерна сахарной кукурузы / Л.А. Куликов, А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Молодежь и инновации. – Чебоксары: ООО "Горизонт", 2012. – С. 13-15.
10. Прохорова, Л.Н. Энергетическая эффективность биопрепаратов при зерновой технологии возделывания кукурузы / Л.Н. Прохорова, А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Л.А. Куликов // Аграрная Россия. – 2015. – № 9. – С. 2-5.
11. Ханиева, И.М. Влияние регуляторов роста на структуру урожая урожайность сои в условиях предгорной зоны КБР / И.М. Ханиева, М.Х. Ханиев, А.Л. Бозиев, А. Кишев // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 5. – С. 35-37.
12. Cordova, S.C. Soybean profitability and yield component response to nitrogen fertilizer in Iowa / S.C. Cordova [et al.] // Agrosystems, Geosciences & Environment. – 2020. – Vol. 3, № 1. – P. 1-16.
13. Kulikov, L.A. Action of biostimulant and microfertilizer at cultivation of corn on grain in agro-climatic conditions of the Chuvash Republic / L.A. Kulikov, A.I. Volkov, N.A. Kirillov // The Fifth European Conference on Agriculture. – Vienna: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2015. – P. 22-27.

УДК 633.34

Крутихин И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК УДОБРЕНИЯМИ АКВАРИН И АКВАМИКС НА УРОЖАЙНОСТЬ САЛАТА ПОСЕВНОГО

Аннотация. Исследование показало, что некорневая подкормка Акварин и Аквамикс оказывают влияние на повышение вегетационной массы салата. Наибольшую эффективность показало удобрение Акварин.

Ключевые слова: салат, аквамикс, акварин, подкормка, урожайность.

Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, включая салат посевной, для удовлетворения потребностей населения в качественных продуктах питания. Неравномерное распределение питательных веществ в почве и низкая доступность некоторых элементов питания требуют разработки альтернативных способов подкормки растений, одним из которых являются внекорневые удобрения. Так же сокращение количества минеральных удобрений, вносимых в почву традиционным способом, снижает загрязнение водных объектов и уменьшает деградацию почв.

Салат листовой относится к семейству астровых (Asteraceae). Его родиной считается Средиземноморье, включая территории современной Италии, Греции и Испании. Первые письменные свидетельства о выращивании салата датируются древними цивилизациями Египта, Греции и Рима. Из Средиземноморья культура постепенно распространилась по всей Европе. Во времена Средневековья салат стал популярным овощем в монастырских садах Европы благодаря своим лечебным свойствам. В XVI веке салат начали культивировать в Англии и Франции, откуда он попал в Америку вместе с первыми колонистами. В Россию салат пришел значительно позже, чем в Западную Европу. Первое упоминание о культуре относится ко второй половине XVIII века, когда императрица Екатерина II приказала посадить первую партию семян салата в ботаническом саду Петербурга. Однако широкое распространение салат получил лишь в XIX веке, особенно среди дворянства и знати, которые оценили его вкусовые качества и пользу для здоровья.

Сегодня салат листовой широко распространён в России, выращивается как в открытом грунте, так и в теплицах. Таким образом, салат листовой прошёл долгий путь от древних средиземноморских садов до современных огородов и полей России, став неотъемлемой частью здорового питания и кулинарии.

Листья сидячие, почти горизонтальные, извилистые, с гладкой или пузырчатой поверхностью. Форма – круглая, овальная, обратнояйцевидная или удлинённая. Листья цельнокрайные или с зубчатыми краями, окраска – от светло-жёлтой до тёмно-зелёной и даже тёмно-красной, у некоторых сортов – с антоциановой пятнистостью или пигментацией краёв листьев. Стебель толстый, сильно разветвлённый, цветоносный, высотой 60–120 см. Соцветия-корзинки небольшие, кувшинообразные, собранные в цилиндрические головки, в большом количестве располагаются на стебле метёлкой. Цветки язычковые, обоеполые, мелкие, жёлтые. Корнем включает главный стержневой корень и более мелкие вторичные корни. Некоторые сорта имеют длинные, узкие корни и небольшой набор вторичных корней, более длинные корни и более разветвлённые вторичные системы встречаются у сортов из Азии.

Условия выращивания

Оптимальная температура для роста – 16°C–20°C. При температуре выше 24°C растения могут начать стрелковаться (образовывать цветоносы), что негативно сказывается на качестве урожая. Предпочитает лёгкие, хорошо дренированные почвы. Так как корневая система находится на

поверхности, важно избегать тяжёлых почв (вода будет задерживаться на поверхности и соприкасаться с листьями) и слишком лёгких почв (вода будет быстро «проваливаться» на уровень, недоступный корневой системе салата). Влаголюбивая культура, требует регулярного полива. Искусственное орошение необходимо для поддержания оптимального уровня влажности почвы, особенно в жаркие и сухие периоды. Сроки уборки – в зависимости от сорта и условий выращивания листовой салат готов к уборке через 40–80 дней после всходов. Раннеспелые сорта могут быть убраны уже через 30–35 дней, тогда как поздние сорта требуют до 100 дней.

Хотя салат листовой сам по себе не является лекарственным средством, регулярное употребление способствует следующим эффектам: высокое содержание витамина А помогает поддерживать здоровье глаз, содержит витамины С и Е, обладающие антиоксидантными свойствами, богатый источник калия и магния, важных элементов для нормальной работы сердца, благодаря низкому содержанию натрия и высокому уровню калия улучшает баланс электролитов, высокая концентрация пищевых волокон поддерживает нормальную работу кишечника, низкая калорийность делает салат отличным выбором для тех, кто следит за фигурой.

Кроме того, некоторые сорта листового салата содержат натуральные успокоительные вещества, такие как лактуцин, которые способствуют снижению стресса и улучшению сна. Это объясняет традиционное использование салата в народной медицине некоторых стран для борьбы с бессонницей и нервным напряжением.

Однако важно помнить, что для достижения заметных лечебных эффектов необходимо регулярно включать салат в рацион наряду с общей здоровой диетой и физической активностью.

Выращивание листового салата требует учета особенностей местного климата и почвенных условий.

Для выращивания в открытом грунте предпочтительны скороспелые и холодостойкие сорта, которые хорошо адаптируются к местным условиям и быстро формируют урожай.

Подготовка почвы заключается в осенней зяблевой вспашке с внесением органических удобрений (перегной, компост). Весной перед посадкой проводится рыхление почвы и внесение минеральных удобрений (азот, фосфор, калий). Оптимальная кислотность почвы pH 6,0–7,0.

Оптимальное время посева семян – конец мая – начало июня, когда почва прогреется до +8...+10 °С. Семена высевают рядовым способом с междурядьями около 20 см и глубиной заделки 1–1,5 см. Для равномерного распределения влаги лучше всего применять капельный полив.

Листья салата нуждаются в постоянном увлажнении, особенно в жаркую погоду. Полив проводят рано утром или вечером, стараясь избегать попадания воды на листья.

Салаты готовы к уборке примерно через 30–40 дней после посева. Листовые виды срезаются выборочно, оставляя центральную точку роста для дальнейшего развития новых листьев.

Исследование по влиянию внекорневых подкормок на урожайность салата проводилось в 2025 году, рядом с деревней Верея, на поле «Спартак». Почвы участка дерново-подзолистые, со средними показателями гумуса, фосфора, калия. Кислотность нейтральная, ближе к щелочной. Общая площадь опыта 4,8 м², площадь делянки 0,8 м², повторность двухкратная.

Рисунок 1 - Посадки салата сорт Лидер

Предпосевная обработка состояла из дискования по зяблевой вспашке с последующей культивацией. Объектом исследования был сорт Лидер. Это раннеспелый сорт, относящийся к типу айсберг. Преимущества сорта заключаются в высокой силе роста, устойчивости к мучнистой росе, низкой цветушности и низком стеблевании.

Посадка салата осуществлялась рассадой, выращенной в кассетах, 31 мая. Опыт проводился на однорядковых делянках длиной 2 м, междурядья 40 см. Повторность двухкратная. Подкормки проводились 6 июня, 13 июня, 23 июня удобрениями Аквамикс и Акварин. Расход рабочего раствора составлял 300 л/га.

Акварин - водорастворимое минеральное удобрение в хелатной форме. В состав входят азот -18%, калий -18%, фосфор -18%.

Аквамикс - водорастворимый микроэлементный комплекс, в состав которого входят железо, марганец, цин, медь, кальций в виде сложных органических солей — хелатов , молибден и бор.

В ходе исследований проводились фенологические наблюдения, учет урожайности общей и товарной. Уборка проводилась 4 июля в один прием.

В таблице представлены данные по урожайности салата в зависимости от применяемых внекорневых подкормок.

Таблица – Урожайность салата сорт Лидер в зависимости от применяемых внекорневых подкормок.

Варианты	Общая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %
Контроль	30,65	21,25	69,1
Аквамикс	29,15	22,25	76,4
Акварин	33,48	25,50	76,1

Как видно из таблицы наибольшая товарность была на вариантах с применением внекорневых подкормок. Товарная урожайность составила на варианте с Аквамикс -22,25 т/га, а на варианте с Акварином 25,5 т/га. А на контроле составил 21,25 т/га. Таким образом, применение некорневых подкормок минеральными удобрениями Аквамикс и Акварин повышают урожайность салата посевного.

Научный руководитель – Кудряшова Л.В., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Сергеева И.А. Биохимический состав листового салата и его значение в питании/ И.А. Сергеева, Л.Н. Козлова // Современные направления науки и образования. – 2023. – № 4. – С. 124–131.
2. Тарасова М.С. Оценка экономической целесообразности внекорневых подкормок овощных культур/ М.С. Тарасова, Д.И. Морозов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2024. – Т. 47, № 2. – С. 234–243.
3. Федоров П.Г. Опыт применения внекорневых удобрений на основе хелатированных микроэлементов в овощеводстве/ П.Г. Федоров, Ю.Б. Симонова // Овощеводство и бахчеводство. – 2025. – № 1. – С. 56–62.
4. Долгий В. Н. Внекорневые подкормки как инструмент повышения продуктивности листовых культур/В.Н. Долгий, Е.А. Петрова // Агрохимия. — 2018. — Т. 44. — № 3. — С. 45–58.
5. Иванова М. Г. Влияние микроэлементного комплекса Аквамикс на урожайнность овощей семейства Астровые/ М.Г Иванова, Р. Смирнов // Журнал агротехнических наук. — 2020. — Вып. 2. — С. 112–118.

УДК 633.34

Новикова А.Е.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СОРТОВ БАЗИЛИКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация. В статье отражены особенности выращивания базилика 4 сортов на гидропонной установке и выявлены лучшие по урожайности.

Ключевые слова: Базилик, сорта, гидропонная установка, выращивание.

История базилика восходит к эпохе древнейших цивилизаций. Обнаружения археоботаников указывают на использование этого растения уже в V тысячелетии до н. э. на территории Индии и Месопотамии. Базилик родом из Южной Азии и Ближнего Востока. Там его начали выращивать как

пряно-ароматическое растение, и вскоре он распространился по всему миру. Базилик теплолюбив, поэтому его выращивают рассадным способом.

Среди многообразия пряновкусовых культур базилик представляет особую ценность в питании человека. Базилик ценят за высокое содержание каротина, аскорбиновой кислоты и дубильных веществ. Кроме того, содержащиеся в базилике фитонциды губительно действуют на болезнетворные микроорганизмы, а эфирное масло в надземной части растения придает особый аромат душистого перца и мяты. У различных разновидностей базилика широкий спектр ароматов – от аромата аниса до гвоздики, лаврового листа, душистого черного перца и лимона. Базилик имеет различное применение в кулинарии, а целебные свойства растения безграничны. [1].

Для пищевой промышленности необходимы сорта с разными сроками созревания при сравнительно одинаковом сроке посева, чтобы обеспечить длительную и более равномерную загрузку сырьем перерабатывающих мясных, консервных, ликеро-водочных заводов. Поэтому селекционная работа должна быть направлена на создание сортов как раннего срока созревания, так среднего и позднего. О скороспелости судят по раннему образованию бутонов у базилика (использование зелени), цветению (использование в сухом виде), созреванию семян (возможность ведения семеноводства). Для усиления холодостойкости растений следует применять метод отбора проростков с наиболее высокой энергией прорастания при температуре ниже оптимальной для культуры. Селекция на урожайность должна проводиться отбором большой массы, количества листьев и их размера. Урожайные качества и дружность вызревания семян учитывают в семеноводческих посевах.

Рисунок 2 - Растения базилика сорта Балконное чудо

Рисунок 3- Растения базилика сорта Сибирский карлик

Сорт Сибирский карлик. Крупнолистный базилик с фантастическим сладковато-острым ароматом аниса и гвоздики. Растение мощное, полураскидистое, хорошо облиственное, высотой 45-55 см. Сорт среднеспелый, от всходов до первой срезки проходит 45-50 дней.

Сорт Тайская красавица – это декоративный вид базилика, который отличается своей красотой и ароматом. Он имеет аккуратный куст, достигающий высоты около 50 см. Стебель базилика является квадратным и имеет пурпурную окраску. Листья этого растения крупные и зеленые, имеет специфический аромат, напоминающий нечто среднее между корицей и анисовым базиликом.

Сорт Цитрон – это сорт с приятным лимонным ароматом. Отлично растет в горшечной культуре, формируя густой кустик. Молодые побеги используются в свежем и сушеном виде в качестве приправы.

Рисунок 4- Растения базилика сорт Тайская красавица (слева) и Цитрон (справа)

С целью выявления лучшего сорта для выращивания на гидропонной установке, был заложен опыт на 4 сортах базилика Балконное чудо, Сибирский карлик, Тайская красавица и Цитрон.

Сорт Балконное чудо. Среднеспелый. Период от полных всходов до начала цветения 76 дней. Растение прямостоячее, полураскидистое, высотой до 55 см, средней компактности, побеги приподнятые. Лист среднего размера, удлинённо-яйцевидный, зелёный, край листа мелкозубчатый, цветок белый. Масса одного растения 25-38 г. Аромат сильный.Посев на рассаду базилика был произведен 17.11.2025 г. посевом на минерально – ватные коврики.

Всходы появились на всех сортах базилика через 3 дня. В последующем сеянцы сортов базилика были посажены в минерально-ватные кубики на гидропонную установку с проточной системой. Каждого сорта было высажено по 12 растений. pH водного раствора поддерживалась в пределах 5,6-6,0, ppm поддерживалась в пределах 700-900.

Первая срезка зелени проводилась 8 декабря, с 12 растений сорта Балконное чудо было срезано 84,5 г зелени, с сорта Сибирский карлик – 63,5 г, Тайская красавица – 36,5 г, а на сорте Цитрон высота растений была низкой, поэтому срезка не проводилась в этот срок.

19 декабря на сорте Балконное чудо была срезано максимальное количество зелени 221,5 г, на втором месте по срезанному количеству Сибирский карлик – 185 г. К этому сроку на сорте Цитрон срезано 137,5 г зелени. На сорте Тайская красавица срезано минимальное количество зелени – 36,5 г.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы базилика разных сортов на гидропонной установке, г

	Даты срезки зелени						
Сорта	8 декабря	19 декабря	22 декабря	12 января	17 февраля	2 марта	Общая масса, г
Балконное чудо	84,5	221,5	77,62	97,4	75,14	41,37	597,53
Тайская красавица	36,5	36,5	28,78	77,96	30,25	3,24	213,23
Сибирский карлик	63,5	185	56,89	86,6	26,45	32,84	451,28
Цитрон	-	137,5	-	46,1	29,17	11,15	223,92

Таким образом, для выращивания на гидропонной установке пригодны сорта базилика Балконное чудо с общей массой срезанной зелени за весь период выращивания - 597,53 г и сорт

Сибирский карлик – 451,28 г. На сортах Тайская красавица и Цитрон собрано минимальное количество зелени 213,23 г и 223,92 г.

Научный руководитель – Кудряшова Л.В., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Лебедева Е.Ю. Влияние пряно-ароматических растений на качество продуктов питания / Е.Ю. Лебедева, С.В. Золотокопова // 63 международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 25-летию АГТУ. - 2019. - С. 42.
2. Перспективный сорт базилика овощного для выращивания безрассадным способом в центральном регионе нечерноземной зоны РФ / С.К. Темирбекова, Е.И. Малахова, И.М. Куликов, Ю.В. Афанасьева, Н.Э. Ионова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 45-47
3. Пыльнева Е.В. Густота стояния растений влияет на урожайность и качество базилика / Е.В. Пыльнева., В.В. Сенин // Картофель и овощи. – 2021. − №8. − С.29-30.
4. Малхасян А. Б. Сортовые особенности формирования урожая базилика/ А. Б. Малхасян.- ФГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА», Россия, г. Великие Луки.- 2014.- № 4.- С 27.
5. Скорина В. В. Характеристика новых сортов базилика/ В. В. Скорина, Т. В. Сачивко// Вестник БГСХА. – 2015. - С.60.
6. Скорина В. В. Селекция овощных и пряно-вкусовых культур на продуктивность, экологическую стабильность и качество/ В. В. Скорина. – БГСХА, Горки, 2008. – 329 с.

УДК 633.12

Прозоров Н.Э., Манишкин С.Г., Новоселов С.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению гранулированного органического удобрения на урожайность и качество капусты белокочанной. Установили, что внесение гранулированного органического удобрения на основе птичьего помета способствовало увеличению урожайности капусты. Максимальная урожайность капусты белокочанной получена в варианте с внесением минерального и органического удобрения (84,5т/га). По сравнению с контролем урожайность увеличилась на 74%. Наибольшее содержание сухого вещества в капусте было в варианте с внесением гранулированного органического удобрения и азофоски (10,1%). Совместное действие органического и минерального комплексного удобрения повысило урожайность сухого вещества в капусте на 80%. Внесение удобрений увеличило содержание витамина С на 2,3-7,92 мг%, сахара – на 0,1-0,7%.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, минеральное удобрение, капуста белокочанная, урожайность капусты, содержание сухого вещества, витамин С в капусте.

Введение. Популярность капусты у населения связана с ее полезными питательными, пищевыми и энергетическими свойствами. С давних времён белокочанная капуста была и остается лидирующей культурой среди овощей. В нашей стране площадь под капустой составляет более 76 тысяч гектар и с годами она только растет благодаря фермерам. Из всех видов капусты в нашей стране наиболее распространенной является белокочанная.

Капуста образует больший кочан, с высоким урожаем она выносит много питательных веществ и без использования удобрений невозможно получить высокий урожай. Удобрение играет важную роль в технологии выращивания капусты. Удобрения помогают растению расти, формировать кочаны и повышать сопротивляемость заболеваниям. Если грунт бедный, кочаны не смогут набрать массу, листья будут жёсткими, а растение станет уязвимым к болезням и вредителям [3].

Капуста — одна из самых популярных овощных культур, нуждающаяся в регулярном питании, особенно на этапе формирования. Правильная подкормка помогает получить плотные, крупные головки и защитить растение от болезней. Без достаточного количества необходимых элементов развитие замедляется, а урожай становится менее качественным.

Недостаток любого из питательных веществ приводит к признакам дефицита: бледным листьям, слабому развитию корневой системы или плохой завязываемости. Без необходимых элементов питания растение не сможет набрать достаточный объем питательных веществ. Капуста относится к культурам с высокими требованиями к плодородию почвы. Каждый этап в развитии капусты имеет свою цель: ускорение роста листьев; укрепление корневой системы; стимулирование

образования плотного кочана; повышение устойчивости к заболеваниям; улучшение качества продукции и сохранность кочанов [4].

Органические удобрения могут повышать урожайность капусты благодаря тому, что улучшают структуру почвы и активизируют работу почвенных микроорганизмов, обеспечивая растениям постепенное поступление питательных веществ [6].

Современные сорта и гибриды могут давать урожай до 100 и более т/га. Но высокий урожай будет обеспечен лишь при научно-обоснованном использовании системы удобрений [1]. Большинство предприятий, занимающихся выращиванием капусты, используют различные удобрения. Применение удобрений под капусту позволяет увеличить урожайность и качество продукции [2].

Цель научного исследования – изучение влияния удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной.

Материалы и методы.

Опыты полевые по изучению влияния удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной проводили на производственных посадках капусты. Участок располагался возле д. Шуймучаш Советского района. Деревня Шуймучаш Советского района Республики Марий Эл находится в центральной части республики, приблизительно 18 км по прямой на северо-восток от районного центра посёлка Советский. Агрохимические анализы растений проводили в лабораториях кафедры Марийского государственного университета. Площадь участка, где выращивали капусту составила 5 га. под исследования было выделено 4 га, каждый вариант занимал по 1 га.

Схема опыта:

1. Без удобрений (контроль);
2. Гранулированное органическое удобрение (1 т/га);
3. Гранулированное органическое удобрение (1 т/га + 1 т/га);
4. Гранулированное органическое удобрение (1 т/га) + Азофоска (300 кг/га).

ГОУ – гранулированное органическое удобрение изготовлено из птичьего помета. Во втором варианте мы раскидывали его по снегу в марте, норма – 1 т/га. В третьем варианте ГОУ (1 т/га) по снегу + ГОУ (1 т/га) под фрезу перед посадкой рассады в грунт. В четвертом варианте ГОУ (1 т/га) по снегу + Азофоску (300 кг/га) под фрезу перед посадкой рассады в грунт.

Почва, где проводили исследования, была дерново-подзолистая среднесуглинистая, с содержанием общего азота 0,18-0,23 мг/кг; фосфора 103-137 мг/кг; калия 99-117 мг/кг, pH почвенного раствора составлял 5,6, органического вещества было 2,89-3,28%.

Гранулированное органическое удобрение (ГОУ), используемое на опыте характеризовалось следующими показателями: pH 8,8; содержание влаги – 19,0%; общего азота – 5,0%; фосфора – 5,0%; калия – 3,9%; золы – 25,7%; органического вещества – 37,2%.

Азофоска содержала 15% азота, 15 % фосфора и 15% калия. Удобрения разбрасывали трактором МТЗ-0 с разбрасывателем удобрений МВУ-500

Учет урожайности проводили по всем вариантам вручную отдельно. Все анализы были проведены рекомендованными общепринятыми методами по стандарту.

Объект исследования – капуста белокочанная среднепоздний гибрид Крауткайзер F1.

Капусту выращивали рассадным способом, семена высевали в кассеты в конце апреля в теплице. Через 7 дней появились всходы. Постоянно проводили наблюдение за ростом и развитием рассады (рис. 1). Опыт проводили в соответствии с методикой полевого опыта в овощеводстве [5].

Рис. 1. Рассада капусты

Рассады высаживали в грунт в мае рассадопосадочной машиной 4х рядная подвесная.

Погодные условия 2025 года в целом были благоприятными в вегетационный период капусты. Но были периоды с высокими температурами и недостаточным количеством осадков. При нехватке влаги мы проводили орошение.

Урожайность капусты зависит от сорта и срока созревания. Но большую роль в формировании урожая капусты играют условия выращивания, внесение удобрений и борьба с болезнями и вредителями. В нашем опыте внесение удобрений способствовали увеличению урожая капусты белокочанной (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность капусты, 2025 г.

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Прибавка, %
1. Без удобрений	48,4	-	-
2. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га	57,1	+8,7	18
3. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + 1т /га	71,1	+22,7	47
4. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + Азофоска, 300 кг/га	84,5	+36,1	74
$НСР_{05}$	5,1		

На контрольном участке без применения удобрений капуста дала 48,4 т/га продукции. При внесении гранулированного органического удобрения в лозе 1 т/га весной по снегу способствовало увеличению урожайности капусты на 8,7т/га, это на 18 % больше контроля. Внесение гранулированного органического удобрения два раза (по снегу и перед посадкой) в общей дозе 2 т/га увеличило урожайность капусты на 22,7 т/га. По сравнению с контролем больше на 47%. Двойная доза органического удобрения повышает прибавку урожая на 29% по сравнению с одинарной дозой, внесенной по снегу. Максимальная урожайность капусты получена в варианте с внесением минерального и органического удобрения (84,5т/га). По сравнению с контролем урожайность увеличилась на 36,1т/га. Это на 74% больше контроля.

Содержание сухого вещества в капусте важно для оценки качества продукции. Сухие вещества включают клетчатку, пектиновые вещества, гемицеллюлозу, углеводы, минеральные вещества и азотистые соединения. Содержание сухого вещества в капусте определяли с помощью биохимических анализов. Использовали термостатно-весовой метод (высушивание при 105 °С).

Таблица 2 – Урожайность сухого вещества капусты белокочанной

Вариант	Содержание сухого вещества, %	Урожайность сухого вещества, т/га
1. Без удобрений	9,8	4,74
2. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га	9,5	5,42
3. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + 1т /га	9,6	6,82
4. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + Азофоска, 300 кг/га	10,1	8,53

Содержание сухого вещества в кочанах капусты в процентном соотношении в зависимости от удобрений не сильно отличались. Показатели по вариантам варьировали от 9,5 до 10,1%. Наибольшее содержание было в варианте с внесением гранулированного органического удобрения и азофоски.

Урожайность сухого вещества в капусте увеличивается от внесения удобрений. В контрольном варианте она составила 4,74 т/га. Внесение гранулированного органического удобрения по снегу 1 т/га увеличила урожайность сухого вещества на 0,68 т/га. Двойное внесение удобрений ГОУ способствовало увеличению урожайности сухого вещества на 2,08 т/га. Совместное действие органического и минерального комплексного удобрения повысило урожайность сухого вещества в капусте на 3,79 т/га. Это на 80% больше контроля.

Удобрения влияют на качество капусты белокочанной. Важно учитывать потребности растений в элементах питания и обеспеченность почвы подвижными питательными веществами. Данные анализа показали, что внесение удобрений способствовало повышению содержания витамина С, общего сахара (табл. 3).

Таблица 3 – Качество капусты, 2025 г.

Варианты	Витамин С, мг%	Общий сахар, %	Нитраты, мг/кг	Остаточное количество пестицидов, мг/кг
1. Без удобрений	32,53	4,50	297	менее 0,001
2. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га	34,66	4,60	386	менее 0,001
3. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + 1т /га	37,42	4,75	423	менее 0,001
4. Гранулированное органическое удобрение, 1 т/га + Азофоска, 300 кг/га	40,45	5,20	490	менее 0,001

Внесение удобрений увеличило содержание витамина С на 2,3-7,92 мг%, сахара – на 0,1-0,7%. Наибольшее содержание было в варианте с внесением ГОУ + азофоска. Содержание нитратов также увеличилось от внесения удобрений, но во всех вариантах этот показатель не превышал предельно допустимой нормы (ПДК = 500 мг/кг). Максимальное количество нитратов было в четвертом варианте. Анализ остаточного количества пестицидов показал, что они были ниже нормы (ПДК = 0,005 мг/кг).

Заключение. Максимальная урожайность капусты белокочанной получена в варианте с внесением минерального и органического удобрения (84,5т/га). По сравнению с контролем урожайность увеличилась на 36,1т/га. Это на 74% больше контроля.

Наибольшее содержание сухого вещества в капусте было в варианте с внесением гранулированного органического удобрения и азофоски (10,1%). Совместное действие органического и минерального комплексного удобрения повысило урожайность сухого вещества в капусте на 3,79 т/га. Это на 80% больше контроля.

Внесение удобрений увеличило содержание витамина С на 2,3-7,92 мг%, сахара – на 0,1-0,7%. Наибольшее содержание было в варианте с внесением ГОУ + азофоска. Содержание нитратов не превышал предельно допустимой нормы. Максимальное количество нитратов было в четвертом варианте. Содержание остаточного количества пестицидов были ниже нормы.

Список литературы

1. Джафарова Г. С. Исследование удобрений при производстве сельскохозяйственных культур как экономический фактор / Г. С. Джафарова // Аграрная наука Азербайджана. 2008. №1. С. 86-885.
2. Зверева М.В. Эволюция рынка удобрений в России / М.В. Зверева, М.М. Визирская, А.А. Андреев // Картофель и овощи. – 2018. – №7. – С. 7–9.
3. Зеленов И. Подкормка капусты: как выбрать удобрения и когда их применять? / И. Зеленов //Ботаничка. – Электронный ресурс. – URL: // https://www.botanichka.ru/article/podkormka-kapustyi-kak-vyibrat-udobreniya-i-kogda-ih-primenyat/
4. Как правильно подкармливать капусту для хорошего роста и завязывания кочанов //Экобиосфера. – Электронный ресурс. – URL: https://ecobio.pro/blog/kak-pravilno-podkarmlivat-kapustu/
5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: ВНИИО, 2011. – 648 с.
6. Степуро М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 193 с. – ISBN 978-985-08-1977-2.

УДК 633.491

Рукавишникова Ю.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования влияния различных способов посадки картофеля на урожайность культуры. В сложившихся погодных условиях 2025 г. гребневой способ посадки картофеля показал лучшие результаты. Урожайность клубней картофеля при гребневом способе составила 25,4 т/га, что на 1,7-3,3 т/га больше по сравнению с полугребневым и гладким способами соответственно.

Ключевые слова: картофель, способы посадки, гребневая технология, полугребневая посадка, гладкая посадка, урожайность.

Картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, обеспечивающей продовольственную безопасность многих регионов России. Картофель служит не только продуктом питания, но и сырьём для пищевой и перерабатывающей промышленности, кормом для животных, а также источником крахмала для химической отрасли [1, 3].

В России на сегодняшний день объемы производства и переработки картофелепродуктов остаются крайне невысокими. Одной из основных причин низкой эффективности переработки является отсутствие стабильной сырьевой базы, обладающей высокой продуктивностью, высокими кулинарными качествами, устойчивых к распространённым вирусным, грибным и бактериальным болезням, адаптированных к местным условиям выращивания и технологиям возделывания [6].

Данная культура является одной из ключевых сельскохозяйственных культур в Республике Марий Эл [4]. Ее выращивают как крупные агропредприятия, так и личные подсобные хозяйства, обеспечивая продовольственную безопасность региона и создавая сырьевую базу для перерабатывающей промышленности. Эффективность выращивания данной культуры во многом зависит от выбора способа посадки, который определяет условия развития растений и формирование урожая. Способ посадки картофеля определяет урожайность, скорость созревания, трудозатраты, защиту от болезней и вредителей. Правильный выбор, основанный на типе почвы, позволяет оптимизировать влагообеспеченность, прогрев клубней и обеспечить комфортные условия для роста, что значительно увеличивает выход продукции с куста [5].

Способы посадки картофеля представляют собой различные агротехнические приемы размещения клубней в почве, влияющие на создание оптимальных условий для роста и развития растений. Существуют три основные способы посадки картофеля: гребневой, полугребневой и гладкий. При гребневом способе клубни высаживают в предварительно сформированные гребни. Это обеспечивает лучшее прогревание почвы и аэрацию. Полугребневой способ похож на гребневой, но гребни меньше выражены. Гладкая посадка происходит при размещении клубней в ровной поверхности почвы без формирования гребней.

Гребневая технология характеризуется следующими преимуществами: улучшенный водно-воздушный режим почвы, более быстрое прогревание грунта, удобство механизированной обработки, эффективное развитие корневой системы, снижение риска заболеваний. Но наряду с положительными моментами могут быть и нежелательные явления.

*Быстрое пересыхание***:** Гребни (высотой 12–15 см) прогреваются быстрее, но в сухую погоду почва в них может пересохнуть, что губительно для корневой системы.

Эрозия и уплотнение: На склонах гребни подвержены смыву, а при неправильной обработке — уплотнению, что препятствует росту клубней.

Полугребневая посадка сочетает элементы гребневого и гладкого способов, обеспечивая: умеренное прогревание почвы, достаточную аэрацию, экономию ресурсов при обработке, хорошие условия для развития растений.

Гладкая посадка применяется преимущественно в условиях: достаточного теплового режима, дефицита влаги, плоских участков без уклона, ограниченных ресурсов на обработку

Факторы, влияющие на эффективность способов посадки: тип почвы, сортовые особенности, но важно, какие погодные условия сложатся в год возделывания.

С целью изучения влияние различных способов посадки на урожайность картофеля в условиях Республики Марий Эл в 2025 г. был заложен опыт на агробиостанции Марийского университета на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве.

Общая площадь делянок составила 23 м^2, учетная – 10 м^2. Посадка картофеля в опыте проводилась в трехкратной повторности. Размещение вариантов последовательное. Густота посадки составила 53 – 55 тыс. клубней на гектар.

Агрохимические характеристики почвы при закладке опыта составили: содержание гумуса 1,9 %, $pH_{сол.}$ – 6,2, содержание азота – среднее, фосфора и калия – повышенное. Технология возделывания картофеля была общепринятая для зоны и состояла из основной обработки почвы, подготовки клубней, посадки, ухода за растениями и уборки. Для посадки были отобраны здоровые, выравненные клубни массой 50 – 70 г. сорта Удача.

Опыт был заложен согласно методике [2] в трёхкратной повторности по следующей схеме:

1. Гребневой способ (контроль);
2. Полугребневой способ;
3. Гладкий способ.

Характеристика способов посадки

1. Гребневой способ – клубни высаживались в предварительно сформированные гребни высотой 15-20 см.
2. Полугребневой способ – формировали высоту гребней перед посадкой 8-12 см.
3. Гладкий способ – посадка проводилась в ровную поверхность, рядки формировали с помощью шпагата.

Посадка картофеля была проведена вручную, клубни заделывались на глубину 8-10 см, междурядье - 70 см. Перед посадкой семенной материал обрабатывали препаратом Табу

с рекомендуемой дозой. Для исследования был выбран районированный сорт картофеля Удача.

Наблюдения за ростом и развитием картофеля в опыте показали, что способы посадки повлияли на срок появления всходов растений.

Сроки появления всходов: при полугребневом способе посадки всходы появились на 2 дня позже, чем при гребневом и при гладком – было более позднее появление всходов (на 5 дней позже гребневого способа).

Сроки появления всходов и дальнейшие условия развитие растений повлияли на урожайность картофеля.

Таблица - Урожайность картофеля в зависимости от способа посадки, т/га.

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля +; -
Гребневой способ	25,4	-
Полугребневой способ	23,7	-1,7
Гладкий способ	22,1	-3,3
$НСР_{05}$	2,1	

Из таблицы видно, что гребневой способ посадки картофеля обеспечил максимальную урожайность (25,4 т/га). Высокие гребни способствовали лучшему прогреву почвы, активному росту и формировании крупных клубней; полугребневая посадка дала на 107 т/га меньше урожая, но прогревание и аэрация положительно сказались на развитии растений. Наименьшую урожайность была получена в варианте с гладким способом посадки и составила 22,1 т/га, которая на 3,3 т/га уступала гребневому способу посадки картофеля.

Сравнительный анализ показал, что в условиях Республики Марий Эл наиболее эффективным является гребневой способ посадки картофеля. При этом методе достигается: повышение урожайности на 1,7-3,3 т/га по сравнению с полугребневой и гладкой посадками.

Выбор способа посадки картофеля должен определяться комплексом факторов: почвенно-климатическими условиями региона, доступными ресурсами хозяйства, технической оснащенностью, сортовыми особенностями.

Таким образом, гребневой способ посадки является наиболее продуктивным в условиях Республики Марий Эл, обеспечивая максимальную урожайность картофеля. В этом варианте урожайность была наибольшей и составила 25,4 т/га, что на 1,7-3,3 т/га выше по сравнению с полугребневой и гладкой посадками соответственно..

Полугребневая посадка может служить оптимальным компромиссом между эффективностью и затратами. Гладкая посадка целесообразна при ограниченных ресурсах и благоприятных климатических условиях.

Научный руководитель – Пашкова Г.И., к.с.-х .н., доцент.

Список литературы

1. Васильев А.А. Формирование урожая картофеля в зависимости от срока и глубины посадки / А.А. Васильев, А.К. Горбунов.- Челябинск, 2022 – 99 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов - М.: Колос 1985. – 351 с.
3. Мостякова А. А. Современные приёмы повышения эффективности возделывания картофеля в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А.А. Мостякова, К.В. Владимиров, В.П. Владимиров. — Пенза: ПГАУ, 2015. — 139 с.
4. Пашкова Г. И. Сравнительная оценка раннеспелых сортов картофеля / Г.И. Пашкова, А.Н. Кузьминых // Вестник Марийского гос. ун-та. Йошкар-Ола , 2017. Т 3, № 2 (10), с. 44-48.
5. Прокопьева С. В. Влияние посадочного материала и способа посадки на урожай картофеля // *Вестник аграрной науки*. 2021. № 3. — С. 45–52.
6. Савельев В. А. Картофель: биология и технология возделывания. — М.: КолосС, 2018. — 224 с.

УДК 631 854.2

Федосеева Д.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Аннотация. В статье представлены исследования по изучению изменения микромицетного состава почвы на посевах яровой пшеницы в зависимости от способа внесения гранулированного органического удобрения. Внесение удобрения повлияли на численность и соотношение патогенных и сапротрофных грибов в ризосфере яровой пшеницы. При внесении удобрений в виде подкормки увеличивает общее количество микомицетов, снижает численность патогенных грибов и увеличивает антагонистов в почве. Улучшается фитосанитарное состояние почвы и снижается пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, птичий помет, яровая пшеница, микомицеты, патогены, корневые гнили.

В условиях современного земледелия оптимизация фитосанитарного состояния почвы и посевов сельскохозяйственных культур становятся важной частью технологи возделывания культур, задача которых не только предупредить проявление и распространение вредных организмов, а создать такую фитосанитарную обстановку, ориентиром которой является фактор ограничения, но не полного исключения [5]. Проблема регулирования фитосанитарного состояния почвы при применении технологических приемов и средств на современном этапе развития земледелия заключается в разработке новых подходов, обеспечивающих поддержание оптимальных фитосанитарных условий для посевов с минимальным отрицательным влиянием на окружающую среду и повышения продуктивности возделываемых растений [6]. Изучение фитосанитарного состояния почвы важно для сельского хозяйства, так как оно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и экологическую эффективность ведения сельского хозяйства. Фитосанитарное состояние почвы — почвенная характеристика, отражающая содержание семян и вегетативных органов размножения сорных растений, фитопатогенов, вредителей, токсичных веществ, образующихся в результате жизнедеятельности растений, почвенной микрофлоры и продуктов разложения.

Удобрения влияют на фитосанитарное состояние почвы, повышая выносливость растений и изменяя условия существования вредных организмов. Это влияние зависит от типа удобрений, а также от севооборота и использования химических средств защиты растений. При внесении органических удобрений повышается биологическая активность почвы, в результате чего появляется большая группа антагонистических микроорганизмов (супрессоров), которые подавляют паразитическую активность фитопатогенов, вызывающих такие болезни растений, как корневые гнил [3].

В каждом виде почв, обладающем конкретными физико-химическими свойствами, развиваются определённое количество и группы микроорганизмов, и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона. В присутствии растений в почве численность и состав микрофлоры значительно меняются, особенно в прикорневой зоне. Микроорганизмы ризосферы питаются корневыми выделениями и, в свою очередь, выделяют метаболиты или синтезируют доступные для растений питательные вещества [1].

Для получения гранулированных удобрений птичий помет вначале компостируется и обрабатывается микроорганизмами, которые способствует быстрому разложению помета. Через несколько дней компост готов, затем высушивается и гранулируется. Такое удобрение не имеет запаха, легко храниться и удобен в применении [2].

По своему действию птичий помет совершенно не уступает в плане количества питательных веществ дорогим минеральным удобрениям. Даже превосходит: благодаря своей органической форме, эти питательные вещества намного меньше вымываются из почвы, хорошо доходят до корней и не создают высокой концентрации солей [4].

Цель исследования – изучение микромицетного состава почвы в зависимости от применения гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета.

Опыты проводили на агробиостанции Марийского госуниверситета. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Предпосевное (под культивацию); 3. Припосевное (в рядки вместе с семенами); 4. Подкормка (в фазе кущения в разброс). Норма внесения гранулированных органических удобрений во всех вариантах была одинаковой (500 кг/га). Сорт яровой пшеницы Екатерина, норма высева 5,5 млн. шт./га. Предшественником яровой пшеницы был картофель.

Гранулированное органическое удобрение, используемое на опыте характеризовалось следующими показателями: pH 8,8; содержание влаги – 19,0%; общего азота – 5,0%; фосфора – 5,0%; калия – 3,9%; золы – 25,7%; органического вещества – 37,2%.

Анализ микромицетного состава почвы проводили методов посева на твердую питательную среду Чапека. Грибы определяли по определителю Пидопличко [7].

Внесение в почву гранулированных органических удобрений не только улучшает питание растений, но и изменяет условия существования почвенных микроорганизмов. Анализ микромицетного состава почвы показал, что внесение их увеличивает микробиологическую активность (табл. 1).

Таблица 1 – Микромицетный состав почвы, тыс. шт. КОЕ на 1 г почвы

Варианты	Всего грибов	Количество патогенов	Количество сапротрофов	Количество антагонистов
фаза кущения яровой пшеницы				
Контроль	27,0	4,5	22,5	0
Предпосевное	28,4	2,0	26,4	0,2
Припосевное	26,3	1,5	24,5	0,3
Подкормка	42,0	1,5	40,5	0
фаза колошения				
Контроль	29,2	4,0	24,0	1,2
Предпосевное	35,0	1,5	28,0	5,5
Припосевное	41,5	2,0	36,0	3,5
Подкормка	60,2	1,5	48,2	10,5
фаза молочной спелости				
Контроль	31,6	8,2	21,7	1,7
Предпосевное	50,2	3,5	36,5	10,2
Припосевное	58,4	4,2	40,2	14,0
Подкормка	66,5	2,0	52,0	12,5

От внесения гранулированных органических удобрений увеличивается общее количество почвенных грибов и уменьшается количество патогенных. При этом увеличивается количество антагонистов. Так, на контрольном варианте общее количество грибов составило 27,0 тыс. КОЕ на 1 г почвы, из них 4,5 тыс. КОЕ были патогенными грибами. Во втором варианте (предпосевное внесение ГОУ) количество патогенов было меньше контроля на 1,5 тыс. КОЕ. В этом варианте были обнаружены антагонисты. В варианте с припосевным внесением ГОУ количество патогенов уменьшилось в 3 раза по сравнению с контролем. В варианте с подкормкой пшеницы ГОУ общее количество грибов было больше контроля на 15 тыс. Увеличилось количество сапротрофных грибов на 18,0 тыс., патогенов было меньше контроля в 3 раза.

Дальнейший анализ микромицетного состава почвы показал, что количество сапротрофных и антагонистических грибов в вариантах с ГОУ увеличивается, как и общее количество грибов в почве. Так, в фазе колошения в варианте с предпосевным внесением ГОУ общее количество грибов увеличивается по сравнению с контролем на 5,8 тыс. КОЕ на 1 г почвы. Количество патогенов уменьшилось в 2,6 раза, увеличилось количество сапротрофов и антагонистов. В варианте с припосевным внесением ГОУ общее количество грибов было больше контроля в 1,4 раза, патогенов меньше на 2 раза, сапротрофных грибов больше в 1,5 раза и антанонистов – в 3 раза. В варианте с подкормкой всего грибов увеличилось в 2 раза по сравнению с контролем, патогенов уменьшилось в 2,6 раза, сапротрофов и антагонистов было больше в 2 и 8,7 раза по сравнению с контролем.

В фазе молочной спелости яровой пшеницы наблюдается тенденция увеличения сапротрофных и антагонистических грибов в вариантах с ГОУ и снижение количества патогенов.

Наибольшее количество грибов в ризосфере яровой пшеницы было в варианте с подкормкой. В 2 раза больше контроля. Количество патогенов снизилось в 4 раза и увеличилось количество антагонистов в 7,3 раза.

К патогенным грибам, из выделенных нами, отнесли грибы *Fuzarium culmorum* Sacc., *Fuzarium oxysporum* Schl., и *Alternaria alternata* Fr., являющиеся возбудителями корневой гнили яровой пшеницы. Эти грибы являются типичными для данного ароценоза, остальные виды патогенов встречались редко. Из сапротрофных грибов наиболее чаще встречались грибы *Penicillium freguentans* Westl, *Penicillium virdicatum* Westl., *Penicillium funiculosum* Thom, *Aspergillus niger* van Tiegh, *Aspergillus clavatus* Desm. *Rhizophus nigricans* Ehr, *Mucor piriformis* Fisch. Всего нами были выделены грибы из 20 видов, включая гриб-антагонист *Trichoderma lignorum* (Tode).

На всех вариантах с применением ГОУ распространенность и развитие корневой гнили было меньше контроля (табл. 2).

Таблица 2 - Распространенность и развитие корневой гнили яровой пшеницы, %

Варианты	Фаза кущения		Фаза колошения		Фаза молочной спелости	
	P	R	P	R	P	R
Контроль	30,6	8,5	43,2	16,2	47,4	25,2
Предпосевное	20,4	4,4	31,8	8,6	35,6	14,5
При посеве	19,5	4,1	29,8	7,8	33,3	13,4
Подкормка	18,4	3,8	27,5	7,6	32,5	13,1
$НСР_{05}$	1,1	0,7	2,4	0,8	2,8	0,7

Наименьшее распространение и развитие корневой гнили было в четвертом варианте с применением ГОУ в виде подкормки на всех фазах развития растений. Улучшение фитосанитарного состояния почвы ведет за собой снижение поражения яровой пшеницы корневыми гнилями. Это, в свою очередь, сказывается на повышении урожайности.

Внесение в почву органических удобрений улучшает микробиологическую активность, изменяет условия существования почвенных микроорганизмов. В варианте с применением ГОУ в виде подкормки наблюдалось наибольшее количество почвенных грибов, по сравнению с контролем в фазе кущения общее количество грибов больше в 1,5 раза, в фазе колошения и молочной спелости – в 2 раза. Количество патогенов уменьшилось в 3; 2,1 и 4,1 раза по фазам развития пшеницы соответственно. Внесение ГОУ способствовало увеличению грибов-антагонистов в почве.

Улучшение фитосанитарного состояния почвы ведет за собой снижение поражения яровой пшеницы корневыми гнилями. Наименьшее распространение и развитие корневой гнили было в варианте с применением ГОУ в виде подкормки на всех фазах развития растений.

Научный руководитель – Апаева Н.Н., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Apaeva N.N. Ecologized technology of spring wheat cultivation with application of granular organic fertilizers / N.N. Apaeva, A.M. Yamalieva, S.G. Manishkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. С. 012217.
2. Apaeva N.N. The role of granular organic fertilizers in improving the micromycete composition of the soil / N.N. Apaeva, A.M. Yamalieva, L.B. Kudryashova, S.G. Manishkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 22073.
3. . Влияние удобрений на фитосанитарное состояние посевов и почвы. – Электронный ресурс. – URL: https://studfile.net/preview/11346709/page:14/
4. Малков А.И. Влияние гранулированных органических удобрений на фитосанитарное состояние почвы и урожайность ячменя ярового / А.И. Малков, Н.Н. Апаева //Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 94-98.
5. Мартынова Г.П. Регуляция фитосанитарии полевых агроценозов на Востоке Нечерноземья РФ / Г.П. Мартынова, Г.С. Марьин. – Йошкар-Ола, 2000. – 125 с.
6. Марьин Г.С. Динамика и взаимодействие популяций микромицетов в интенсивном земледелии /Г.С. Марьин //Жизнь популяции в гетерогенной среде. Ч. 2. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 1998. – С.205-213.
7. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель: В 3 т.: Т. 1. Грибы совершенные / Н.М. Пидопличко. – Киев: Наук. думка, 1977.]

УДК 631 854.2

Федосеева Д.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация*.* В статье представлены результаты исследований по изучению способов внесения гранулированных органических удобрений из птичьего помета на урожайность яровой пшеницы. Установлено, что наиболее эффективным способом внесения гранулированных органических удобрений оказалось внесение в подкормку в фазе кущения в дозе 500 кг на один гектар. Урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,46 т/га по сравнению с контролем. В сравнении с предпосевным и припосевным способом подкормка дала прибавку урожая на 0,21-0,23 т/га.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, птичий помет, способы внесения удобрений, яровая пшеница, урожайность

Органические удобрения играют важную роль в сельском хозяйстве. Они содержат элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений и способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса; улучшению физико-химических свойств почвы, увеличению запаса питательных веществ; понижению кислотности, повышению содержания поглощённых оснований, влагоёмкости, скважности и водопроницаемости; обогащению почвы микроорганизмами, усилению её биологической активности и выделения углекислого газа; уменьшению сопротивления почвы при механической обработке; созданию оптимальных условий для минерального питания растений [5].

Проблема органического вещества особенно остро стоит для почв Нечерноземной зоны, которые по своей природе бедны органическим веществом и поэтому малопродуктивны. Поэтому без систематического применения удобрений трудно получить высокие урожаи [1]. В условиях современной экономической нестабильности, для повышения урожайности в растениеводстве требуется поиск новых подходов к улучшению плодородия почв. Одним из перспективных направлений является использование гранулированных органических удобрений, полученных из птичьего помета. Активное развитие птицеводства в республике открывает возможность частичной замены минеральных удобрений органическими. Учитывая высокую концентрацию птицефабрик в Республике Марий Эл, эффективная переработка их отходов не только решает проблему утилизации, но и способствует улучшению экологической ситуации. Однако, свежий птичий помет представляет собой серьезную экологическую проблему из-за своего химического состава и наличия патогенных микроорганизмов, что делает его источником распространения инфекционных и паразитарных заболеваний в местах расположения птицефабрик [2].

Птичий помет представляет собой ценный ресурс для органического земледелия, характеризующийся высоким содержанием макроэлементов (азот, фосфор, калий) и широким спектром микроэлементов, включая кальций (0,5%), магний (0,2%), медь (0,008%), марганец (0,004%), цинк (0,0026%), кобальт (0,08%), серу (0,14%) и бор (0,0045%) [4]. Тем не менее, его непосредственное использование в свежем виде не рекомендуется. Органические удобрения признаны наиболее экологически и экономически целесообразными для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, благодаря их комплексному воздействию на агрономические свойства почвы и пролонгированному действию по сравнению с минеральными аналогами [3]. В условиях растущих затрат на минеральные удобрения и снижения плодородия почв, актуализируется разработка биоферментированных органических удобрений на основе птичьего помета. Гранулированные продукты, полученные в результате ферментации, демонстрируют высокую эффективность, превосходя навоз в 8-10 раз и сопоставимые с минеральными удобрениями по влиянию на урожайность, при этом обладая улучшенными потребительскими свойствами (отсутствие запаха, удобство применения) [6].

Результаты исследований Н.П. Чекаева, А.А. Галиуллина, Ю.В. Корягина [7] показали, что внесение гранулированного удобрения из птичьего помета способствовали повышению урожайности яровой пшеницы на 12,6-36,7%. Повышение урожайности зерна яровой пшеницы в большей степени связано с увеличением количества зерен колосе и массой зерна с колоса, а в меньшей степени с повышением сохранности растений к уборке и продуктивной кустистости. Это объясняется тем, что гранулированный помет вносился весной и в момент кущения только начал освобождать питательные вещества, а в момент созревания доступность питательных веществ из внесенных доз гранулированного помета снизилась из-за низкой увлажненности почвы.

Цель нашего исследования – изучить выявление эффективности способов применения гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета в повышении урожайности яровой пшеницы.

Исследования проводили на агробиостанции Марийского государственного университета. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Предпосевное (под культивацию); 3. Припосевное (в рядки вместе с семенами); 4. Подкормка (в фазе кущения в разброс). Норма внесения во всех вариантах было из расчета 500 кг/га. Для посева использовали сорт яровой пшеницы Екатерина, норма высева 5,5 млн. шт./га. Предшественник – картофель. Агротехника общепринятая для зоны.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,61 %, pH – 5,67, азота легкогидролизуемого – 1,7 мг. экв. на 100 г почвы, P_2O_5 – 26 и K_2O – 11 мг/100 г почвы.

Гранулированный помет характеризовался следующими показателями: pH 8,8; содержание влаги – 19,0%; общего азота – 5,0%; фосфора – 5,0%; калия – 3,9%; золы – 25,7%; органического вещества – 37,2%.

Данные исследований показали, что от применения гранулированных органических удобрений урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,23-0,46 т/га. Способы внесения гранулированных органических удобрений повлияли на прибавку урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы, т/га

Варианты опыта	Урожайность	± к контролю
Контроль (без удобрений)	2,61	-
Предпосевное	2,84	+0,23
Припосевное	2,86	+0,25
Подкормка	3,07	+0,46
$НСР_{05}$	0,12	

Так, при предпосевном и припосевном внесении удобрений урожайность увеличилась на 0,23 и 0,25 т/га, а при подкормке – на 0,46 т/га. Наибольшая урожайность получена в варианте с внесением удобрений в виде подкормки в фазе кущения пшеницы. Проведенный анализ структуры урожая показал, что органические удобрения повлияли на все показатели (таблица 2).

Таблица 2 – Структура урожая яровой пшеницы, 2021 г.

Варианты опыта	Количество растений в снопе, шт.	Длина растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	348	64,5	4,7	15,0	38,1
Предпосевное	345	59,9	5,1	11,9	38,5
Припосевное	387	70,4	5,9	15,2	38,5
Подкормка	368	68,4	6,2	18,1	40,3

Количество растений в одном квадратном метре варьировало от 345 до 387 штук. В первом и втором вариантах (предпосевное внесение) было примерно одинаковое количество растений на квадратный метр. В варианте с внесением удобрений при посеве количество растений было на 39 штук больше контроля. в варианте с подкормкой – на 20 штук больше. Длина растений также отличались в зависимости от способа внесения. На контроле было 64,5 см средняя длина растений, во втором варианте меньше на 4,6 см, в третьем – больше на 5,9 см, в четвертом больше на 3,9 см. Длина колоса увеличилась в всех вариантах с внесением удобрений. Так, при внесении перед посевом – на 0,4 см, при посеве – на 1,2 см и в подкормку – на 1,4 см. Наибольшая длина колоса была в варианте с применением органических удобрений в подкормку. Количество зерен в колосе напрямую влияет на урожайность пшеницы. По этому важному показателю отличился четвертый вариант. Здесь количеств зерен превышало на 3,1 в отличии от контроля. во втором варианте, где удобрения применяли перед посевом под культивацию, количество зерен было меньше, чем на контроле. В третьем варианте с применением удобрений в рядки при посеве их количество было на уровне контроля (15,2 шт.).

Важным показателем урожайности и качества зерна является такой показатель, как масса 1000 зерен. В зависимости от массы меняется и урожайность зерна, и хлебопекарные качества зерна. В нашем опыте на всех вариантах с применением удобрений масса 1000 зерен увеличилась. Во втором и третьем вариантах – на 0,4 г, в четвертом – на 2,2 г.

Наибольшие показатели структуры урожая были в третьем и четвертом вариантах, но в четвертом варианте выше были показатели, напрямую влияющие на урожайность зерна (длина колоса, количество зерен и масса 1000 зерен).

Таким образом, применение гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета в виде подкормки способствуют значительному увеличению урожайности яровой пшеницы.

От применения гранулированных органических удобрений урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,23-0,46 т/га. Наибольшая прибавка получена при внесении ГОУ в виде подкормки – 0,46 т/га. Количество растений в одном метре квадратном увеличилась на 20 штук, длина растений – на 3,9 см, колоса – на 1,5 см, количество зерен – на 3,1 штук, и масса 1000 зерен больше на 2,2 г. Из трех способов внесения гранулированных органических удобрений наиболее эффективным оказалось внесение в подкормку в фазе кущения.

Научный руководитель – Апаева Н.Н., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Апаева Н.Н. Влияние гранулированных органических удобрений на микромицетный состав почвы /Н.Н. Апаева, А.М. Ямалиева, С.Г. Манишкин //Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 57. С. 32-38.
2. Апаева Н.Н. Влияние способов внесения гранулированных органических удобрений на урожайность яровой пшеницы / Н.Н. Апаева, С.Г. Манишкин //В сборнике: Воспроизводство плодородия почв и создание устойчивых агробиоценозов. Материалы Международной научно-практической конференции "110 лет Длительному полевому стационарному опыту РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева". 2022. С. 142-147.
3. Замятин С.А. Применение гранулированных органических удобрений на яровой пшенице / С.А. Замятин, Р.Б. Максимова, С.Г. Манишкин //Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2020. № 22. С. 20-24.
4. Зорина М.Н. Влияние удобрения из птичьего помета на урожайность ячменя // М.Н. Зорина, С.Г. Манишкин, Н.Н. Апаева //В сб.: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2023. С. 5-8.
5. Мажарова А.В. Роль органических удобрений в плодородии почв /А.В. Мажарова, А.Н. Шипуля // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2022/article/2018031594
6. Манишкин С.Г. Инновационный подход к применению птичьего помета на посевах яровой пшеницы /С.Г. Манишкин, Н.Н. Апаева //В сб.: Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение. Материалы II Международной научно-практической конференции «Андреевские чтения». Москва, 2021. С. 453-459.
7. Чекаев Н.П Гранулированный птичий помет – эффективный способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / Н.П. Чекаев, А.А. Галиуллин, Ю.В. Корягин // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 4. С.52–56.

УДК 631 854.2

Федосеева Д.С., Жаборов Ш.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация*.* В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гранулированного органического удобрения из птичьего помета на плодородие почвы и урожайность овощных культур. Установлено, что дробное внесение удобрений в дозе 500 кг/га под вспашку и 250 кг /га при посеве способствует существенному повышению урожайности овощей. Урожайность моркови столовой увеличилась на 21 %, свеклы столовой – на 28,5%, картофеля – 15-65%, капусты – на 34%. Гранулированное органическое удобрение способствовало повышению плодородия почвы. Содержание азота, фосфора и калия в почве по вариантам и культурам к концу вегетации растений не снижается. Небольшое снижение количества азота наблюдалось на посевах моркови, свеклы. Содержание фосфора увеличилось на посевах моркови, свеклы и картофеля. Содержание калия увеличилось кроме участка со свеклой. Внесение гранулированного органического удобрения способствовало повышению содержания органического вещества в почве. Наибольшее количество по всем участкам было в варианте с внесением удобрения под вспашку + при посеве.

Ключевые слова: гранулированное органическое удобрение, птичий помет, морковь столовая, свекла столовая, картофель, капуста белокочанная, плодородие почвы.

В современном сельском хозяйстве внесение удобрений стало неотъемлемой частью передовых методов выращивания культур, играя ключевую роль в достижении стабильно высоких урожаев [3]. Органические удобрения – это материалы природного происхождения, которые используются для улучшения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Они богаты питательными веществами, органическим материалом и гумусом, что делает их ценным ресурсом для устойчивого земледелия [3].

Залогом получения хорошего урожая является высокая плодородность земли. Самый эффективный метод улучшить ее состав – обогатить структуру полезными веществами. Наиболее безопасными и естественными из них считаются органические удобрения, при помощи которых можно вырастить экологически чистую продукцию [5].

Главное преимущество органики заключается в её быстрой усвояемости растениями. Эти удобрения поставляют питательные вещества в виде органических соединений, происходящих из растительных и животных источников.

Регулярное использование таких удобрений способствует: накоплению гумуса, улучшению физико-химических характеристик почвы, увеличению запаса питательных веществ, снижению кислотности, повышению содержания поглощенных оснований, влагоемкости, пористости и

водопроницаемости. Они также обогащают почву микрофлорой, активизируют её биологическую активность и выделение углекислого газа, уменьшают сопротивление почвы при обработке и создают оптимальные условия для минерального питания растений [4].

Применение органических веществ предусматривает получение безопасной продукции, устойчивой к различным неблагоприятным внешним факторам. Органические удобрения представляют собой уникальную производственную систему, поддерживающую здоровье почв и экосистем. Интенсивное земледелие требует восстановления плодородия почвы путём создания бездефицитного баланса полезных веществ и гумуса. Для успешного достижения этой цели обоснованно и систематически применяются органические удобрения. В составе этих удобрений присутствуют вещества, которые необходимы для растений. Они богаты микрофлорой, и вместе с ними в почву попадает большое количество полезных микроорганизмов. В связи с этим органические удобрения стимулируют жизнедеятельность микроорганизмов в почве, что значительно повышает её плодородие. Скорость и степень разложения органических удобрений зависят от насыщенности почв микроорганизмами, их состава и биологической активности, а также от условий, определяющих их жизнедеятельность [5].

Стабилизация сельскохозяйственного производства и повышение резистентности агроэкосистем к абиотическим и биотическим стрессорам напрямую зависят от применения органических удобрений. Они выступают ключевым фактором в формировании и регенерации почвенного гумуса, определяющего как потенциальное, так и актуальное плодородие. Гумусированные почвы демонстрируют улучшенные физические характеристики, оптимальные гидротермические и аэрационные условия, повышенную микробиологическую активность и устойчивость к деградации. В результате систематического, научно обоснованного применения различных органических удобрений через определённое время удаётся сформировать плодородную и здоровую почву [6].

Сегодня необходимость и актуальность использования именно органических удобрений переосмысливается. Это объяснимо двумя причинами. Первая -настоятельная необходимость обезвреживания и утилизации органических отходов (сельскохозяйственных, промышленных, коммунальных), обусловленная законодательными требованиями экологической безопасности. Вторая - недоступность для большинства землепользователей отечественных минеральных удобрений из-за их дороговизны [2].

Цель нашего исследования – изучить выявление гранулированного органического удобрения из птичьего помета на плодородие почвы и урожайность овощных культур.

Исследования проводили на агробиостанции Марийского государственного университета. Заложили полевой опыт: «Разработка экологизированной технологии возделывания овощных культур с применением гранулированного органического удобрения».

Севооборот:

1. Морковь столовая
2. Свекла столовая
3. Картофель
4. Капуста
5. Горох посевной (зеленая масса на сидерат)

Схема опыта:

1. ГОУ под вспашку (500 кг/га) + при посеве/посадке (250 кг/га)
2. ГОУ при посеве/посадке (250 кг/га)

Площадь общая: 30м×100м = 3000 м2

Повторность опыта 3-х кратная, общая площадь делянки каждой культуры – 600 м2, учетная площадь моркови = 1,8 м2; свеклы = 1,8 м2; картофеля = 2,8 м2; капусты = 3,6 м2; гороха = 1 м2. Размещение делянок систематическое.

Гранулированные органические удобрения из птичьего помета вносили весной перед посевом (разбрасывали вручную), затем запахивали на 22-24 см. Вторую дозу вносили при посеве в рядки вместе с семенами, клубнями картофеля и рассадой капусты. Норма внесения во всех вариантах была одинаковой.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,61 %, pH – 5,67, азота легкогидролизуемого – 1,7 мг. экв. на 100 г почвы, P_2O_5 – 26 и K_2O – 11 мг/100 г почвы.

Агротехника заключалась в проведении весенней вспашки почвы плугом ПЛН-4-35 с боронованием. Для посева брали семена моркови столовой Нантская улучшенная, свекла столовая Пабло, картофель Королева Анна и Ривьера, капуста Атрия F1, горох Ульяновец.

Учет урожайности проводили по всем вариантам вручную отдельно. Урожайность определяли методом взвешивания поделяночно. Все анализы были проведены рекомендованными общепринятыми методами по стандарту.Результаты урожайности овощных культу представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность овощных культур, т/га

Варианты	Годы			Средняя за 3 года
	2023	2024	2025	
Морковь столовая				
Под вспашку + при посеве	38,31	29,50	36,28	34,70
При посеве	31,56	22,30	28,15	27,34
Свекла столовая				
Под вспашку + при посеве	38,31	29,50	36,28	34,70
При посеве	31,56	22,30	28,15	27,34
Картофель сорта Королева Анна				
Под вспашку + при посеве	29,77	34,26	25,4	29,81
При посеве	25,86	28,45	18,36	24,22
Картофель сорта Ривьера				
Под вспашку + при посеве	25,28	29,40	24,32	26,33
При посеве	15,32	22,45	17,50	18,42
Капуста белокочанная				
Под вспашку + при посеве	71,90	45,20	43,40	53,50
При посеве	48,64	32,56	30,50	37,23

Урожайность моркови в варианте с внесением гранулированного органического удобрения в дозе 250 кг на 1 га составила в 2023 году 31,56 т/га, в 2024 г – 22,30 и в 2025 году – 28,15 т/га. Средняя урожайность за три года составила 27,34 т/га. Низкая урожайность в 2024 году связана с малыми осадками в период вегетации моркови. В варианте с внесением ГОУ до вспашки в дозе 500 кг/га и при посеве семян 250 кг/га урожайность увеличилась на 6,75-8,13 т/га. Средняя урожайность за три года составила 34,7 т/га. Прибавка урожая составила 21,4-32,3%. Внесение удобрений до вспашки (500 кг/га) и при посеве (250 т/га) увеличило урожайность моркови на 7,36 т/га. Внесение ГОУ в общей массе 750 кг/га дало прибавку урожая моркови столовой 27%.

Урожайность свеклы столовой в 2023 году в варианте с внесением гранулированного органического удобрения в дозе 250 кг на 1 га составила 55,78 т/га, в 2024 году – 42,24т/га и в 2025 году – 53,1 т/га. В варианте с внесением ГОУ до вспашки в дозе 500 кг/га и при посеве семян 250 кг/га соответственно о годам урожайность составила 71,67; 58,25 и 65,85 т/га. Внесение удобрений до вспашки (500 кг/га) и при посеве (250 кг/га) увеличило урожайность свеклы на 15,89 т/га; 16,01 и 12,75 т/га. Прибавка урожая составила 24,0-37,9%. В среднем за три года ГОУ в общей дозе 750 кг/га дала прибавку урожая 30%.

Урожайность картофеля сорта Королева Анна на участке с внесением ГОУ в дозе 250 кг/га составила в 2023 году 25,86 т/га, в 2024 г – 28,45 и в 2025 г – 18,36 т/га. От внесения ГОУ до вспашки (500 кг/га) и при посадке (250 кг/га) прибавка урожая составила по годам соответственно 3,91; 5,81 и 7,04 т/га. Это на 15,1-38,3% больше. В среднем за три года средняя урожайность картофеля сорта Королева Анна составила на участке с внесением ГОУ 250 кг/га 24,55, а при внесении 500 + 250 кг/га – 29,81 т/га. Это на 5,59 т/га больше. Сорт Ривьера в варианте с ГОУ 250 кг/га дал урожайность картофеля в 2023 году 15,32 т/га, в 2024 г – 24,45 и в 2025 г – 17,50 т/га. При внесении ГОУ до посева и при посеве 500 кг/га + 250 кг/га урожайность увеличилась на 9,96; ,95 и 6,82 т/га по годам соответственно. Прибавка урожая была на 65-31%. В среднем за 3 года урожайность картофеля сорта Ривьера составила в варианте с дозой ГОУ 250кг/га 18,42 т/га, а в варианте с ГОУ 500+250 кг/га – 26,33 т/га. Урожайность в среднем за 3 года увеличилась на 45%.

В 2025 году наблюдалось большое развитие фитофтороза картофеля. Мы не опрыскивали картофель от болезней и поэтому урожайность по сравнению с другими годами было ниже. Сравнивая два сорта Ривьера и Королева Анна по отношению с фитофторозу, отмечено, что сорт Королева Анна восприимчив в болезни и требуется обязательно опрыскивание в период вегетации. При уборке урожая нами отмечено большое поражение клубней картофеля фитофторозом. Сорт Ривьера устойчив к фитофторозу.

Урожайность капусты от внесения гранулированного органического удобрений увеличивается, в варианте с внесением ГОУ в дозе 250 кг/га составила в 2023 годы 48,64 т/га, в 2024 г – 32,56 и в 2025 г – 30,5 т/га. Двукратное внесение удобрений (500+250 кг/га) способствовало повышению урожайности капусты на 23,26 т/га (2023г), 12,64 т/га (2024г) и 12,9 т/га (2025г). Прибавка была 47-38%. В среднем за 3 года урожайность капусты сорта Атрия составила в варианте с внесением ГОУ (500+250 кг/га) 53,5 т/га, что на 16,27 т больше чем в варианте с дозой 250 кг/га. Это на 43% больше.

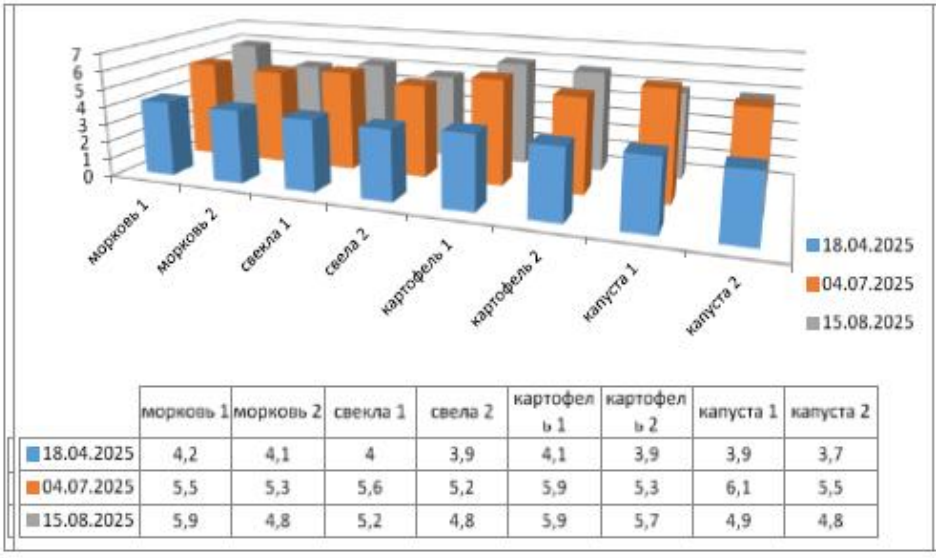
Внесение органического удобрения приводит к увеличению количества растительных остатков. Их разложение способствует появлению новообразований органических коллоидов в пахотном слое и одновременно с пептизацией крупных частиц почвы приводит к увеличению

содержания илистой фракции. Содержание массовой доли азота, фосфора и калия в почве меняется в зависимости от внесения органического удобрения (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание элементов питания в почве, млн$^{-1}$

Варианты	18.04.2025			04.07.2025			15.08.2025		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Морковь столовая									
Под вспашку + при посеве	134	260	100	119	245	190	115	270	135
При посеве	112	265	145	115	260	240	95	280	125
Свекла столовая									
Под вспашку + при посеве	115	280	195	140	260	135	109	300	170
При посеве	106	290	200	104	250	225	95	285	180
Картофель сорта Королева Анна									
Под вспашку + при посеве	168	290	150	112	260	180	154	305	215
При посеве	104	285	180	109	275	220	120	300	180
Картофель сорта Ривьера									
Под вспашку + при посеве	123	285	120	123	265	115	104	270	150
При посеве	106	285	140	95	255	120	106	290	180

Данные таблицы показывают, что содержание питательных веществ (азота, фосфора и калия) в почве в конце вегетации растений не снижается за счет внесения удобрений. Видим небольшое снижение количества азота к концу вегетации на посевах моркови и свеклы. Учитывая тот факт, что данные выращиваемые культуры выносят большое количество питательных веществ с урожаем, можно сказать, что гранулированное органическое удобрение способствует повышению плодородия почвы. Это подтверждается и данными по содержанию органического вещества в почве (рис.1).



	морковь 1	морковь 2	свекла 1	свела 2	картофель 1	картофель 2	капуста 1	капуста 2
18.04.2025	4,2	4,1	4	3,9	4,1	3,9	3,9	3,7
04.07.2025	5,5	5,3	5,6	5,2	5,9	5,3	6,1	5,5
15.08.2025	5,9	4,8	5,2	4,8	5,9	5,7	4,9	4,8

Рис. 1. - Содержание органического вещества, %

Наибольшее количество по всем участкам было в варианте с внесением удобрения под вспашку + при посеве.

Заключение.

1. Дробное внесение удобрений в дозе 500 кг/га под вспашку и 250 кг /га при посеве способствует существенному повышению урожайности овощей. Урожайность моркови столовой увеличилась на 21 %, свеклы столовой – на 28,5%, картофеля – 15-65%, капусты – на 34%.

2. Гранулированное органическое удобрение способствовало повышению плодородия почвы. Содержание азота, фосфора и калия в почве по вариантам и культурам к концу вегетации растений не снижается. Небольшое снижение количества азота наблюдалось на посевах моркови, свеклы. Содержание фосфора увеличилось на посевах моркови, свеклы и картофеля. Содержание калия увеличилось кроме участка со свеклой.

3. Внесение гранулированного органического удобрения способствовало повышению содержания органического вещества в почве. Наибольшее количество по всем участкам было в варианте с внесением удобрения под вспашку + при посеве.

Научный руководитель – Апаева Н.Н., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Бегдурдыева М. Роль органических удобрений в повышении урожайности земель / М. Бегдурдыева, П. Бегдурдыев // Символ науки. – 2024. – №3-1-2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-organicheskih-udobreniy-v-povyshenii-urozhaynosti-zemel.
2. Кудеяров В.Н. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию / В.Н. Кудеяров, М.С. Соколов, А.П. Глинушкин //Агрохимия. – 2017. – № 6. – С. 3-11.
3. Мажарова А.В. Роль органических удобрений в плодородии почв /А.В. Мажарова, А.Н. Шипуля // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: https://scienceforum.ru/2022/article/2018031594
4. Минеев В.Г. Агрохимия. Учебник. / Под ред. Минеева В.Г. / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и др. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
5. Органические удобрения их виды и характеристика // Журнал садовода Ryazanameli.ru. – Электронный ресурс. – URL: https: //myseldon.com/ru/news/index/233076635
6. Соколов М. С. Органическое удобрение - эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности / М. С. Соколов, Ю. Я. Спиридонов, А. П. Глинушкин, Е. Ю. Торопова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – №1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organicheskoe-udobrenie-effektivnyy-faktor-ozdorovleniya-pochvy-i-induktor-eyo-supressivnosti.

УДК 631.4

Черников М.А., Новоселов И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ПРИ ЕГО ВЫРАЩИВАНИИ

Аннотация. Ячмень представляет собой зерновую культуру, выращивание которой практикуется значительным количеством расположенных на территории Российской Федерации сельскохозяйственных предприятий. Ячмень довольно неприхотлив к природно-климатическим условиям, однако урожайность культуры в значительной степени определяется степенью плодородия сельскохозяйственных земель, на которых происходит ее культивирование. Отсюда, важное значение при возделывании культуры имеет грамотный подбор удобрений, минеральных и органических. Каждая из указанных групп по-своему влияет на процесс произрастания культуры, поэтому в настоящей статье будет проведен анализ влияния на продуктивность выращивания ячменя органических удобрений. Целью такого анализа выступает определение основных способов оптимизации использования рассматриваемого типа удобрений для повышения показателей урожайности выращиваемого в России ячменя.

Ключевые слова: ячмень, органические удобрения, плодородие почвы, урожайность, севооборот.

В настоящее время выращивание любой сельскохозяйственной культуры осуществляется с использованием комплекса минеральных и органических удобрений, средств защиты растений и микробиологических препаратов. Грамотный и обоснованный их выбор обеспечивает для сельскохозяйственного предприятия максимизацию урожая сельскохозяйственных культур, а также снижение себестоимости их выращивания за счет сокращения доли производственных потерь.

В отличие от минеральных, органические удобрения производятся естественным путем и представляют собой продукты жизненного цикла иных растений или животных. Основными видами органических удобрений, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, выступают навоз, компост, птичий помёт, торф, древесная зола, сидераты (специально выращенные растения для заделки в почву), биогумус (вермикомпост) и т. п.

В силу специфики их химических и структурных характеристик органические удобрения оказывают непосредственное и естественное влияние на повышение плодородия тех почв, на которых они вносятся при возделывании культуры или на стадии подготовки к нему.

Если же рассматривать основные культуры, возделыванием которых занимаются сельскохозяйственные предприятия, расположенные в зоне благоприятного земледелия, то нужно отметить широкое распространение ареала возделывания такой культуры, как ячмень. Высокая ее

популярность на территории Российской Федерации обусловлена тем фактом, что ячмень может быть использован в различных целях – как при производстве продовольственных товаров, так и в качестве кормовой базы для выращивания сельскохозяйственных животных. Широко используется культура и в пивоваренном производстве и виноделии.

Кроме того, ячмень довольно неприхотлив к климатическим условиям, в силу чего его выращиванием занимаются как организации, расположенные в средней полосе России, так и сельхозпредприятия южных областей государства, а также территорий, расположенных ближе к северным регионам страны.

При этом представляется важным акцентировать внимание на том факте, что несмотря на свою довольно сильную неприхотливость по отношению к климатической зоне, урожайность ячменя в значительной степени определяется степенью плодородия почвы, на которой производится культивирование культуры. Данную особенность ячменя подчеркивают и современные ученые-аграрии. Так, например, А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, А. А. Суслов, К. В. Петров, Н. Г. Иванкин, О. Ю. Баланова и Н. И. Санжарова, в своей работе указывают на то, что, хорошо приспосабливаясь к условиям выращивания, ячмень достаточно требователен к плодородию почвы [10, с. 58]. Отсюда справедливым представляется вывод о том, что в целях повышения экономической эффективности выращивания культуры и получения максимального ее урожая в фокусе внимания сельскохозяйственной организации должна находиться деятельность, направленная на повышение плодородия располагаемых ею сельскохозяйственных угодий.

В свою очередь, одним из способов повышения плодородия почв выступает внесение в них органических и минеральных удобрений. Причем различные их виды оказывают разное по своему характеру влияние на уровень плодородия.

Так, проявление положительного влияния на состояние сельскохозяйственных земель внесения органических удобрений, по мнению М. Бегдурдыевой и П. Бегдурдыева заключается в следующих аспектах:

- улучшение структуры почвы;
- стимуляция роста и развития растений;
- повышение устойчивости растений к болезням [3, с. 51].

По словам С. И. Коржова, Т. А. Трофимовой, Д. Каргбо и Т. Фрамуду, внесение в почву органических удобрений увеличивает скорость минерализации органического вещества, вызывает высвобождение необходимых растениям элементов минерального питания [7, с. 42].

Однако по ряду параметров органические удобрения все же проигрывают минеральным. Так, в качестве основных недостатков, свойственных органическим удобрениям, могут быть названы:

- медленное их высвобождение;
- неравномерное распределение элементов питания;
- риски загрязнения почвы при использовании продукта низкого качества [9 с. 26].

Основным механизмом повышения продуктивности ячменя через внесение в почву органических удобрений выступает последовательное и пролонгированное по времени снабжение элементами питания, такими как азот, фосфор, калий. При этом, как отмечают в своей работе А. А. Завалин, Н. Я. Шмырева, Д. А. Соколов и О. А. Соколов, плодородие почвы различным образом влияет на формирование отдельных компонентов урожая выращиваемого хозяйствами ячменя. Так, доля влияния уровня питания на основные компоненты урожая ячменя составляет:

(а) продуктивная кустистость – 38,9%;

(б) озерненность колоса – 15,7%;

(в) масса 1000 зерен – 64,3% [6, с. 3].

В результате органические удобрения обеспечивают более равномерный рост культуры в течение ее вегетационного периода. Также учеными отмечается и наличие накопительного эффекта от внесения под культуру основных видов органических удобрений. В итоге, как отмечает в своей работе Н. П. Бакаева, согласно результатам долгих научных исследований, яровой ячмень является уникальным растением, способным давать обильные урожаи зерна при небольших объемах вносимых удобрений на изначально насыщенных ими почвах [2, с. 7].

Однако реакция на внесение в почву органических удобрений у ячменя оказывается не максимально высокой среди прочих видов зерновых и зернобобовых культур. В частности, С. Никитин и А. Захаров, исследуя вопрос продуктивности севооборота и экономической эффективности при применении различных видов органических удобрений, диатомита и биопрепаратов, отмечают, что при возделывании в семипольном севообороте с усиленным внесением органических удобрений зерновых культур максимальный сбор зерна обеспечивает озимая пшеница I, идущая по чистому пару. Яровой ячмень же, согласно полученным авторами исследования данным, обеспечивает в течение периода его проведения получение урожайности зерна порядка 2,5-2,9 т/га, что существенно меньше по сравнению с другими зерновыми культурами [8, с. 42]. На преобладание количества продуктивных стеблей яровой пшеницы над количеством продуктивных стеблей ярового ячменя при одинаковых условиях выращивания указывают в своей работе также С. И. Данилин и О. Г. Настэко [5].

Анализ представленных в открытом доступе научных работ российских ученых дает основания

для вывода о том, что среди них нет единого мнения относительно характера влияния органических удобрений на уровень продуктивности выращиваемого ячменя, а вопрос о схеме их использования при возделывании рассматриваемой культуры носит дискуссионный характер. В частности, согласно данным, которые приводят в своей работе М. А. Внукова и Е. М. Титова, наиболее целесообразной под ячмень авторы считают поверхностную обработку почвы на 8-10 см в сочетании с органической системой удобрений, обеспечивающей получение урожайности на уровне 31 ц/га [4, с. 7]. Одновременно с этим А. А. Артемьев и Г. Н. Ибрагимова высказывают в своей работе мнение о том, что наибольшее влияние на урожайность ячменя оказывает внесение минеральных удобрений [1, с. 575].

Как представляется, подобный дуализм мнений обусловлен тем фактом, что органические удобрения, безусловно положительным образом влияя на количество собираемой с единицы посевной площади культуры, могут оказывать отрицательное влияние на качество урожая. Так, чрезмерное или несвоевременное внесение органических удобрений может вызвать рост доли в зерне ячменя сырого протеина, что делает его непригодным к использованию в пивоваренной отрасли, где данная культура отличается высокой степенью востребованности.

При этом большинство авторов, чьи работы были проанализированы в ходе проведения настоящего исследования, солидарны в своем мнении о том, что оптимальной стратегией является внесение органических удобрений не непосредственно под саму культуру, а под культур-предшественника ячменю в схеме севооборота организации. При этом в качестве оптимального предшественника большинство авторов указывают на пропашные или зернобобовые сельхозкультуры.

В итоге, рассмотрев, как положительные, так и отрицательные факторы воздействия внесения органических удобрений под возделывание ячменя, может быть сформулирован ряд тезисов, соблюдение которых обеспечит максимизацию экономического эффекта, которую может обеспечить использование органических удобрений при возделывании рассматриваемой культуры:

(1) регулярное внесение грамотно подобранных доз органических удобрений обуславливает планомерный рост плодородия почвы и повышение урожайности возделываемого на ней ячменя;

(2) основным преимуществом использования органических удобрений над минеральными при выращивании ячменя выступает долгосрочное повышение биологической активности сельскохозяйственных угодий;

(3) при возделывании ячменя органические удобрения требуют точного расчета дозировки их внесения, дабы оно не оказывало отрицательного воздействия на качество полученного от выращивания культуры зерна.

Резюмировать представленные выше тезисы можно выводом о том, что органические удобрения представляют собой обязательный и неотъемлемый компонент при выращивании такой сельскохозяйственной культуры, как ячмень. При этом их использование требует научно обоснованного подхода и четкого определения дозировки внесения под культуру. В достаточной, но не избыточной дозе органические удобрения обеспечивают устойчивое повышение урожайности культуры в расчете на единицу посевной ее площади. Однако превышение норм внесения органических удобрений может привести к снижению качества зерна, а, следовательно, и уровня его товарности, что обуславливает возникновение финансовых потерь у организации – сельхозпроизводителя.

Список литературы

1. Артемьев, А. А. Продуктивность ярового ячменя при разных нормах высева и дозах удобрений / А. А. Артемьев, Г. Н. Ибрагимова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – № 4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-yarovogo-yachmenya-pri-raznyh-normah-vyseva-i-dozah-udobreniy (дата обращения: 04.03.2026).
2. Бакаева, Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте / Н. П. Бакаева // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2024. – №7 (73). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-yarovogo-yachmenya-i-otsenka-pokazateley-produktsionnogo-protsessa-v-sevooborote-1 (дата обращения: 04.03.2026)
3. Бегдурдыева, М. Роль органических удобрений в повышении урожайности земель / М. Бегдурдыева, П. Бегдурдыев // Символ науки. – 2024. – № 3-1-2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-organicheskih-udobreniy-v-povyshenii-urozhaynosti-zemel (дата обращения: 04.03.2026).
4. Внукова, М. А. Энергетическая оценка технологий возделывания ячменя / М. А. Внукова, Е. М. Титова // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-otsenka-tehnologiy-vozdelyvaniya-yachmenya (дата обращения: 04.03.2026).
5. Данилин, С. И. Сравнение количества продуктивных стеблей яровой пшеницы и ярового ячменя при одинаковых условиях выращивания / С. И. Данилин, О. Г. Настэко // Наука и образование. – 2024. – №4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-kolichestva-produktivnyh-stebley-yarovoy-pshenitsy-i-yarovogo-yachmenya-pri-odinakovyh-usloviyah-vyraschivaniya (дата обращения: 04.03.2026).
6. Завалин, А. А. Генотипспецифическая реакция сортов ячменя на усвоение азота органических и минеральных азотных удобрений (исследования с 15N) / А. А. Завалин, Н. Я. Шмырева, Д. А. Соколов, О. А. Соколов // Плодородие. – 2022. – № 2 (125). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/genotipspetsificheskaya-reaktsiya-sortov-yachmenya-na-usvoenie-azota-organicheskih-i-mineralnyh-azotnyh-udobreniy-issledovaniya-s (дата обращения:

04.03.2026).
7. Коржов, С. И. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Д. Каргбо, Т. Фрамуду // Земледелие. – 2022. – № 7. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-mikrobiologicheskih-preparatov-pri-vozdelyvanii-yachmenya (дата обращения: 04.03.2026).
8. Никитин, С. Продуктивность севооборота и экономическая эффективность при применении различных видов органических удобрений, диатомита и биопрепаратов / С. Никитин, А. Захаров // МСХ. – 2016. – №1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sevooborota-i-ekonomicheskaya-effektivnost-pri-primenenii-razlichnyh-vidov-organicheskih-udobreniy-diatomita-i (дата обращения: 04.03.2026)
9. Потетня, К. М. Преимущества применения химических и органических удобрений / К. М. Потетня // НТВТСвАПК. – 2022. – № 3-4 (15-16). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-primeneniya-himicheskih-i-organicheskih-udobreniy (дата обращения: 04.03.2026).
10. Ратников, А. Н. Влияние органоминерального комплекса Гумитон на продуктивность, накопление микроэлементов и кадмия в ячмене на древесно-подзолистых супесчаных почвах / А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, А. А. Суслов, К. В. Петров, Н. Г. Иванкин, О. Ю. Баланова, Н. И. Санжарова // Агрохимический вестник. – 2022. – № 6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organomineralnogo-kompleksa-gumiton-na-produktivnost-nakoplenie-mikroelementov-i-kadmiya-v-yachmene-na-dernovo-podzolistyh (дата обращения: 04.03.2026).

УДК 631.82

Ридный С.Д., Димитров А.А.
Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

Аннотация. Разнообразие почвенно–климатических условий на юге России, в частности в Ставропольском крае, является основой для научного подхода в подборе и применении разнообразных по составу минеральных удобрений. В процессе определения типа удобрений необходимо тщательно изучить все характеристики каждого типа почв путем агрохимического анализа, их отзывчивость к различным минеральным удобрениям для выработки дальнейшей стратегии внесения минеральных удобрений. Для достижения наибольшей эффективности необходимо определить оптимальные доз удобрений и произвести его расчет с учетом выноса питательных веществ с урожаем, а также определить границу эффективности, при которой затраты на дополнительное внесение минеральных удобрений не дадут увеличения эффективности от увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. В складывающихся условиях одним из действующих направлением ресурсосбережения является дифференцированное внесение минеральных удобрений в геоинформационных агротехнологиях точного земледелия.

Ключевые слова: ресурсосбережение, геоинформационные агротехнологии, тукосмеси, дифференцированное внесение удобрений, минеральные удобрения, вынос питательных веществ

Сельскохозяйственное производство на юге России, в частности в Ставропольском крае, играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Эффективность агропромышленного комплекса региона во многом зависит от рационального использования земельных ресурсов и поддержания плодородия почв. В этом контексте применение минеральных удобрений становится важнейшим фактором повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Ставропольский край характеризуется разнообразием почвенных и климатических условий. По данным Росреестра, на начало 2024 года площадь сельскохозяйственных угодий региона составила 5,8 млн га, из которых 4,0 млн га занимает пашня. Это значительный земельный ресурс, требующий грамотного управления для сохранения и повышения плодородия.

Согласно данным агрохимического мониторинга, почвы региона имеют преимущественно щелочную реакцию со средним показателем pH 8,15. Щелочная среда может ограничивать усвоение некоторых микроэлементов, что необходимо учитывать при разработке стратегии внесения удобрений.

Важно отметить, что более 92% пахотных земель края характеризуются низким содержанием органических веществ. Это указывает на необходимость комплексного подхода к управлению плодородием почв, включающего как применение минеральных удобрений, так и мероприятия по повышению содержания органики.

Климатические условия Ставропольского края характеризуются засушливостью, особенно в восточных районах. Неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода

создает дополнительные трудности для сельхозпроизводителей и требует особого подхода к применению удобрений. [1]

Анализ исторических данных показывает, что с 1990 по 2000 гг. сельскохозяйственные производители сократили использование минеральных удобрений в 7 раз. Это было связано с экономическими трудностями переходного периода и привело к нарушению баланса питательных веществ в почве.

Однако в последние годы наблюдается положительная динамика. По данным Северо-Кавказстата, в 2023 году более 80% всех посевных площадей в крае удобрялось минеральными удобрениями. Было внесено 205,9 тыс. тонн минеральных удобрений, при этом на 1 гектар зерновых культур вносилось в среднем 93,7 кг, а на гектар кормовых культур – 24,6 кг[3]. Это свидетельствует о понимании сельхозпроизводителями важности применения минеральных удобрений для поддержания плодородия почв и повышения урожайности.

Исследования показывают, что правильное использование минеральных удобрений способствует значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Это достигается за счет увеличения содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы. Поэтому перед внесением удобрений следует проводить агрохимический анализ полей и учитывать климатические параметры региона, в котором он находится. [2]

Среди различных видов удобрений, азотные демонстрируют наиболее заметное влияние на сельскохозяйственные культуры. Исследования показывают, что повышение норм внесения азота не только способствует росту урожайности, но и значительно улучшает качественные характеристики продукции. Так, в ходе экспериментов было зафиксировано существенное повышение содержания белка в зерновых культурах - с изначальных 9% до почти 14%, что представляет собой увеличение более чем на половину. Еще более впечатляющие результаты наблюдались в отношении клейковины, количество которой возросло с примерно 19% до почти 35%, показав прирост более чем на три четверти. При этом важно отметить, что улучшилось не только количество, но и качество клейковины: по шкале ИДК-1 показатель вырос с 64 до 80 единиц, что соответствует улучшению на четверть. Эти изменения имеют существенное значение для повышения коммерческой привлекательности зерна и улучшения его технологических свойств при производстве хлебобулочных изделий.

Положительное воздействие на качество сельскохозяйственной продукции оказывают также фосфорные и калийные удобрения. Их применение способствует оптимизации белкового состава зерновых культур, повышая не только количественные, но и качественные показатели белка. В случае с картофелем, эти удобрения способствуют увеличению содержания крахмала и улучшению внешних характеристик клубней, что повышает их рыночную ценность.

Особо следует отметить роль калийных удобрений в повышении устойчивости сельскохозяйственных культур к засухе, что особенно актуально для климатических условий Ставропольского края. [3] В засушливые периоды применение калийных удобрений может значительно повысить урожайность, обеспечивая растениям лучшую способность противостоять стрессовым условиям.

Для достижения максимальной эффективности применения минеральных удобрений необходим дифференцированный подход, учитывающий потребности конкретных культур и почвенные условия. Важно соблюдать баланс между различными элементами питания, так как избыточное внесение, особенно азотных удобрений, может привести к негативным последствиям.

При разработке стратегии применения минеральных удобрений следует учитывать отзывчивость растений на основные элементы питания. Различные культуры имеют разные потребности в питательных элементах и требуют определенных соотношений между ними. Например, в фазе роста растения требуют больше азота, а в фазах цветения и плодоношения — больше фосфора и калия.

Одним из эффективных методов определения оптимальных доз удобрений является расчет на основе выноса питательных веществ с урожаем. Для основных сельскохозяйственных культур установлены средние показатели выноса азота, фосфора и калия на тонну продукции (таблица).

При расчете доз удобрений необходимо учитывать коэффициенты использования питательных веществ, которые могут варьироваться в следующих пределах: для азотных удобрений - от 40% до 60%, для фосфорных - от 10% до 25%, для калийных - от 30% до 60%.

Рекомендуется использовать результаты агрохимического анализа почв для точного определения необходимых доз удобрений. Это позволяет оптимизировать затраты и минимизировать риски негативного воздействия на окружающую среду.

В условиях высоких закупочных цен на минеральные удобрения особую актуальность приобретает повышение ресурсосбережения и эффективности их применения. Правильное использование удобрений позволяет повысить рентабельность производства за счет увеличения урожайности и улучшения качества продукции.

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений зависит от многих факторов, включая стоимость удобрений, затраты на их внесение, прибавку урожая и цены на

сельскохозяйственную продукцию. В современных условиях важно проводить тщательный анализ экономической целесообразности применения различных видов и доз удобрений для каждой культуры и конкретных почвенно-климатических условий.

Таблица - Вынос питательных веществ урожаем основных культур, кг/т [4]

Культура	зот	Фосфор (фосфорная кислота)	Калий (окись калия)
Зерновые злаковые	1	11	24
Зерновые бобовые	5	15	24
Картофель		2	9
Сахарная свёкла		2	8
Капуста	,4	1,4	4,8
Кукуруза на зерно	4	12	37
Кукуруза на силос	,5	1,5	5

Одним из способов повышения экономической эффективности является использование геоинформационных агротехнологий точного земледелия, которые позволяют оптимизировать внесение удобрений с учетом пространственной неоднородности почвенного плодородия в пределах одного поля. Это помогает избежать перерасхода удобрений на участках с высоким естественным плодородием и обеспечить достаточное питание растений на менее плодородных участках. Следовательно, будет уменьшаться перерасход удобрений, так и качество продукции в целом. Все это будет приводить к положительной динамики экономических показателей.

При разработке стратегии применения минеральных удобрений необходимо учитывать не только экономические, но и экологические аспекты. Некорректное применение удобрений, как по их типу, так и по количеству, внесённому в почву, может привести к загрязнению как почвы, так и поверхностных и грунтовых вод. [5] Также из-за этого в сельскохозяйственных культурах начнут копится вредные вещества, что существенно снизит качество получаемой продукции. В связи с этим, особое внимание следует уделять существенное внимание именно дозировки вносимых минеральных удобрений.

Для снижения негативного воздействия минеральных удобрений на окружающую среду рекомендуется, использовать геоинформационные агротехнологии точного земледелия для дифференцированного внесения удобрений.

Неотъемлемой частью эффективного управления питанием растений является систематическое проведение агрохимических исследований почвы. Такой подход позволяет точно определить необходимое количество удобрений для каждого конкретного участка. Кроме того, использование многокомпонентных удобрений, обогащенных микроэлементами, способствует более полноценному и равномерному обеспечению растений необходимыми питательными веществами.

Обеспечение экологической безопасности при использовании минеральных удобрений предполагает всесторонний анализ ситуации. Это включает в себя учет специфики местного климата и состояния почв, понимание биологических потребностей культивируемых растений, а также применение передовых методов агротехники. Только при соблюдении всех этих условий можно достичь оптимального баланса между повышением урожайности и сохранением окружающей среды.

Это позволит повысить эффективность использования удобрений, увеличить урожайность и качество сельскохозяйственной продукции при минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Для достижения максимальных результатов по качеству получаемой продукции, повышению экономических эффективности и снижению экологического загрязнения следует правильно использовать минеральные удобрения.

Также необходимо применять дифференцированный подход к внесению удобрений с учетом конкретных культур и почвенных условий конкретных участков поля.

Стоит понимать, что экономическая эффективность применения минеральных удобрений зависит от многих факторов и требует тщательного анализа в каждом конкретном случае.

Таким образом, развитие эффективных систем применения минеральных удобрений является ключевым фактором повышения продуктивности сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности региона при сохранении экологического баланса и плодородия почв для будущих поколений.

Список литературы

1. Каюмов М.К., Юнусов А.Б. Научные основы применения удобрений в различных зонах: монография. - Ташкент: Мехнат, 2018. - с. 88-90.
2. Иванов А.Ф., Завалин А.А. Эффективность удобрений в различных почвенно-климатических зонах: монография. - М: Агропромиздат, 2020.- с. 212-215.
3. Лысенко В.П., Журбицкий З.И. Эффективность удобрений и методы её определения: монография. - М: Агропромиздат, 2022. с. 72-75.
4. Журбицкий З.И. Применение удобрений и биологические особенности растений: монография. - Москва: Наука, 2021. - с. 335-336.
5. Касымов С.Х., Вахобов С.А., Саидов А.А. Эколого-агрохимическая оценка применения удобрений на продуктивность зернобобовых культур в условиях орошения // Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - №4-2.- с. 94-96.

УДК 633.11:631.51(470.56)

Диденко В.В.
Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

Аннотация. В статье представлены результаты двухфакторного полевого опыта, проведённого в 2023–2025 гг. в условиях Предуралья (Оренбургская область) по изучению влияния предшественника (зерновое сорго и нут) и способа основной обработки почвы (глубокое рыхление, мелкая обработка, нулевая обработка) на урожайность яровой мягкой пшеницы. Почва: чернозём обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый. Эксперимент закладывался в четырёхкратной повторности, размер учётной делянки составлял 228 м². Установлено, что оба изучаемых фактора оказывают существенное влияние на продуктивность культуры. Наибольшая средняя урожайность за три года (23,1 ц/га) получена при сочетании сорго в качестве предшественника с глубоким рыхлением почвы, наименьшая (18,2 ц/га) — при выращивании пшеницы после нута с нулевой обработкой. Выявлено, что урожайность пшеницы после сорго менее чувствительна к снижению интенсивности обработки почвы по сравнению с вариантами после нута. Значительная межгодовая изменчивость урожайности свидетельствует о существенной роли погодных условий в формировании продуктивности яровой пшеницы в регионе исследований.

Ключевые слова: предшественник, способ обработки почвы, запасы влаги, водопотребление, яровая мягкая пшеница

Отказ от вспашки становится приоритетным направлением практически во всех зонах Оренбургской области. Отвальная вспашка стала основной причиной дегумификации почв [1]. За период с 1982–1989 по 2005–2012 гг. площадь почв с содержанием гумуса в диапазоне 8,1–10% сократилась с 36,9 тыс. га до 9,6 тыс. га [2]. В связи с этим предлагается вспашку заменить глубокими и мелкими безотвальными и нулевой обработками почвы [3].

Принципиальное преимущество безотвальных обработок состоит в сохранении органических остатков на поверхности поля – пропорционально интенсивности воздействия на пахотный горизонт. Сохранённая стерня и мульча частично выполняют функцию дёрна, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур [4, 5].

Вместе с тем ряд исследователей указывает на обратную зависимость. В опытах А.А. Артемьева и Е.Н. Хвостова (2025) вспашка обеспечила более высокую урожайность пшеницы по сравнению с дискованием на 10–12 см [6]. Аналогичные результаты представлены в других исследованиях [7, 8].

Эффективность способов обработки почвы определяется почвенно-климатическими условиями. Г.П. Гамзиков (2024) отмечает, что нулевая обработка, игнорирующая традиционные агроприемы (паровое поле, глубокую заделку удобрений), недостаточно учитывает особенности климата, генезиса почв и режимов увлажнения. Многолетние исследования в лесостепной зоне показали достоверное преимущество нулевой обработки лишь в 3 из 10 опытов [9]. Международные исследования Yuyuan C и др. (2023) показали отсутствие статистически значимого эффекта увеличения урожайности кукурузы и сои при нулевой обработке, при этом ежегодные колебания урожайности были связаны с изменчивостью погодных условий, особенно осадков и теплового стресса в поздней вегетативной и ранней репродуктивной фазах роста культур [10].

Результативность способов обработки почвы также зависит и от предшествующей культуры. На это указывают исследования Е.В. Кузиной (2024), Д.А. Ершова и В.В. Рзаевой (2019) [11, 12].

В Оренбургской области многолетнее применение отвальной вспашки привело к значительной дегумификации почв. Переход на безотвальные и нулевую обработки, позиционируемый как решение данной проблемы, не имеет однозначной научной оценки: ряд исследований фиксирует снижение урожайности при отказе от вспашки, а эффективность альтернативных способов обработки существенно варьирует в зависимости от почвенно-климатических условий и предшественника.

Предполагается, что эффективность безотвальных и нулевой обработок почвы в условиях Оренбургской области определяется не только способом, но и предшественником: рациональное сочетание этих факторов позволит сохранить или повысить урожайность яровой мягкой пшеницы при одновременном снижении темпов дегумификации почвы.

Цель исследования: выявление закономерностей влияния способов основной обработки почвы (глубокой безотвальной, мелкой безотвальной и нулевой) на урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника в почвенно-климатических условиях Оренбургской области.

Двухфакторный опыт проводился в 2023–2025 гг. в Предуралье, к северо-западу от г. Оренбурга (52°25′ с. ш., 53°26′ в. д.). Почва опытного участка – чернозём обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см), определённое по методу И. В. Тюрина, составляло 4,7 %; содержание подвижного фосфора — низкое (1,5 мг на 100 г почвы); обменного калия (по Б. П. Мачигину) — высокое (40 мг на 100 г почвы); реакция почвенного раствора (водная вытяжка) — щелочная (pH 7,8). Климатические условия района характеризуются средней годовой температурой воздуха +5,1 °C и среднегодовым количеством осадков 394 мм. Объектом исследования служила яровая мягкая пшеница. Схема опыта включала два фактора: фактор А — предшественник (зерновое сорго и нут); фактор В — способ основной обработки почвы (глубокое рыхление, мелкая обработка и нулевая обработка — без обработки). Норма высева во всех вариантах составляла 4,5 млн всхожих семян на 1 га, глубина посева — 4–5 см. Размер учётной делянки — 228 м² (7,6 × 30 м). Варианты размещали рандомизированным методом в четырёх повторностях. Контроль сорняков осуществлялся гербицидом в фазу кущения. Статистическую оценку влияния изучаемых факторов на урожайность осуществляли методом двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) по каждому году исследований. Для оценки существенности различий использовали наименьшую существенную разность ($НСР_{05}$) и критерий Фишера.

Результаты исследований. Данные, представленные в таблице, отражают урожайность яровой мягкой пшеницы за три года наблюдений (2023–2025 гг.) при различных сочетаниях предшественника и способа основной обработки почвы.

Таблица – Динамика урожайности (ц/га) яровой пшеницы под влиянием предшественников и способов основной обработки почвы

№	Факторы		2023 г	2024 г	2025 г
	А (предшественник)	В (способ обработки)			
1	нут	глубокое рыхление	15,3	18,9	32,4
2		мелкая обработка	15,5	16,8	26,7
3		без обработки (нулевая)	15,7	15,7	23,1
4	сорго	глубокое рыхление	17,4	19,3	32,6
5		мелкая обработка	17,6	18,2	30,3
6		без обработки (нулевая)	14,1	17,8	32,3
$НСР_{05}$ для фактора А(предшественник)/Fфакт.			0,84/4,65	0,67/17,6	0,67/186,7
$НСР_{05}$ для фактора В (обработка почвы)/Fфакт.			1,03/6,69	0,82/18,9	0,82/87,7
$НСР_{05}$ для факторов АВ/Fфакт.			1,46/9,42	1,16/2,49	1,15/68,5

Примечание: F_{05} для фактора = 4,41, для фактора В и АВ – 3,55

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о статистически значимом влиянии изучаемых факторов на урожайность пшеницы ($p < 0,05$). Исключение составил 2023 год, когда различия между вариантами по способу обработки почвы оказались несущественными: разность между вариантами (0,2–0,3 ц/га) не превысила $НСР_{05}$ для фактора В (1,03 ц/га). При использовании критерия Фишера установлено, что во все годы и по всем факторам, включая их взаимодействие, Fфакт. превышал F_{05}, за исключением 2024 года, когда Fфакт. (2,49) оказался ниже F_{05} (3,55). Таким

образом, в случаях, когда различия признавались значимыми (p <0,05), влияние изучаемых факторов не носило случайного характера.

Анализ межгодовой динамики свидетельствует о существенной роли погодных условий в формировании урожайности яровой пшеницы. Наименьшая средняя урожайность по опыту зафиксирована в 2023 году (15,9 ц/га), наибольшая – в 2025 году (29,6 ц/га); разница составила 13,7 ц/га. При этом различие между 2023 и 2024 годами было минимальным – 1,9 ц/га, тогда как в 2025 году наблюдался резкий прирост продуктивности, что, по всей видимости, связано с благоприятными гидротермическими условиями вегетационного периода.

В вариантах с нутом в качестве предшественника (рис.) наибольшая средняя урожайность за три года получена при глубоком рыхлении — 22,2 ц/га. Мелкая обработка уступила ему на 2,5 ц/га (19,7 ц/га), нулевая обработка обеспечила наименьший результат — 18,2 ц/га. Прослеживается чёткая закономерность: увеличение интенсивности механической обработки почвы положительно коррелировало с продуктивностью культуры при данном предшественнике.

Аналогичная тенденция, однако менее выраженная, характерна и для вариантов с сорго. Глубокое рыхление обеспечило наибольшую среднюю урожайность как в группе вариантов с данным предшественником, так и в целом по опыту — 23,1 ц/га. Нулевая обработка дала наименьший результат среди вариантов с сорго, однако разрыв между глубоким рыхлением и нулевой обработкой составил лишь 1,7 ц/га — заметно меньше, чем аналогичный показатель при нуте (4,0 ц/га).

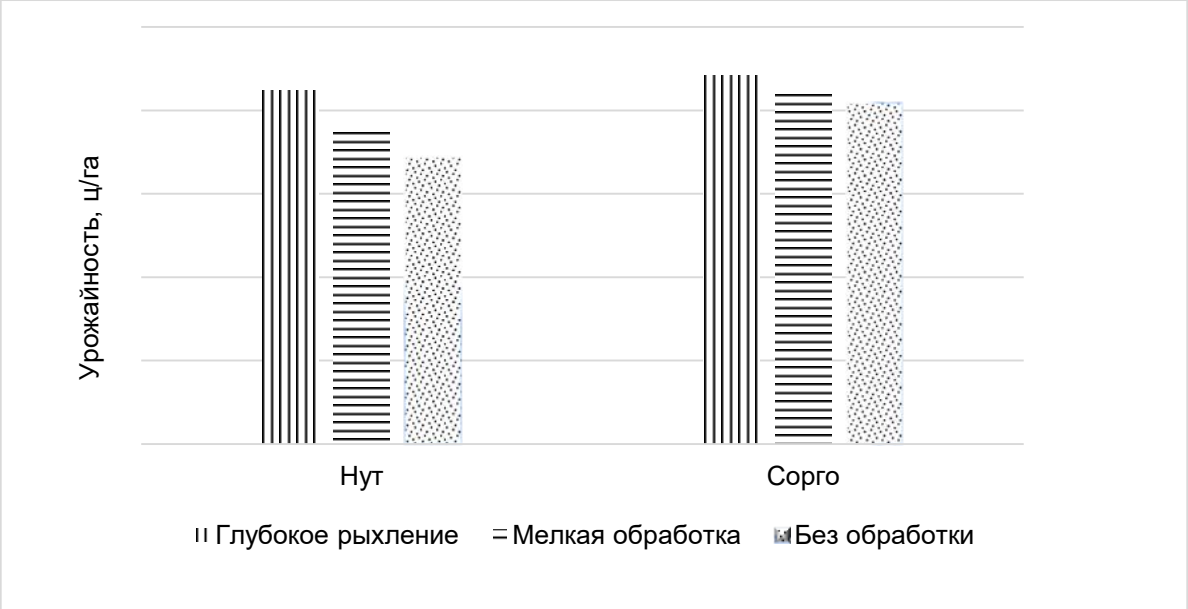


Рисунок – Изменение продуктивности яровой пшеницы под влиянием способов основной обработки почвы по различным предшественникам

Это свидетельствует о более высокой устойчивости урожайности пшеницы после сорго к снижению интенсивности обработки почвы.

Сравнение предшественников при одинаковых способах обработки показывает, что сорго в целом превосходит нут: средняя урожайность по трём способам обработки составила 22,2 и 20,0 ц/га соответственно. Примечательно, что в 2023–2024 гг. различия между вариантами оставались минимальными, тогда как в 2025 г. дифференциация показателей существенно возросла, что указывает на усиление роли изучаемых факторов в условиях данного года.

Наибольший средний урожай (23,1 ц/га) был получен при сочетании сорго и глубокого рыхления, тогда как минимальный средний показатель (18,2 ц/га) наблюдался при выращивании пшеницы после нута с нулевой обработкой почвы.

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы. Предшественник оказывает значимое влияние на продуктивность культуры, при этом сорго демонстрирует преимущество по сравнению с нутом. Интенсивность механической обработки почвы в большей степени определяет урожайность при использовании нута, тогда как после сорго данная зависимость менее выражена. Существенная межгодовая вариабельность урожайности подтверждает влияние погодного фактора на урожайность. Наибольший средний урожай (23,1 ц/га) обеспечивает сочетание сорго и глубокого рыхления, тогда как минимальный (18,2 ц/га) – выращивание пшеницы после нута при нулевой обработке почвы. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации систем земледелия в хозяйствах Оренбургской области, ориентированных на минимизацию затрат при сохранении высокой продуктивности посевов яровой пшеницы.

Список литературы

1. Саблина О.А. Гумусное состояние черноземов сельскохозяйственных угодий южного Зауралья // Международный научно-исследовательский журнал 2016. №11(53). Часть 2. С. 138-140. DOI: 10.18454/IRJ.2016.53.228.
2. Березнёв А.П. Изменение основных показателей плодородия почвы в Оренбургской области // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 1 С. 11-13.
3. Плескачёв Ю.Н., Кощеев И.А., Кандыбин С.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №1(99). С. 23-26.
4. Лукьянюк Н.А. Эффективность влияния мульчи и способов её формирования на продуктивность сахарной свёклы // САХАР. 2020. № 3. С. 44-48. http//doi.org/10.24411/2413-5518-2020-10306
5. Поляков Д. Г., Бакиров Ф. Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта // Земледелие. 2020. № 1. С. 3–7. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10101.
6. Артемьев А.А и Хвостов Е.Н. Влияние обработки почвы на ее свойства и урожайность яровой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2025 №12. С. 5-13. doi: https://doi.org/10.28983/asj.y2025i12pp5-13.
7. Мамсиров Н.И., Макаров А.А. Влияние способов основной обработки почвы и предшественников на продуктивность озимой пшеницы. https://www.kbncran.ru/wp-content/uploads/2020/06/2020-2-8-1.
8. Дедов А.В., Шевченко В.А. Влияние различных способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность посевов и урожайность ячменя // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 2(77). С. 13–23. https//:doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_2_13–23.
9. Гамзиков Г.П. Система No-till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы // Земледелие. 2024. № 3. С.10–17. doi: 10.24412/0044-3913-2024-3-10-17.
10. Yuyuan C, Roderick M, Michel A. et al. Long-term economic impacts of no-till adoption. Soil Security. 2023. V13. https://doi.org/10.1016/j.soisec.2023.100103).
11. Кузина Е.В. Влияние предшественников, способов обработки почвы и удобрений на засорённость посевов и урожайность озимой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. том 67, № 1(397) С. 63-66. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_63
12. Ершов Д.А., Рзаева В.В. Влияние приема основной обработки почвы и предшественника в севообороте на засорённость посевов и урожайность яровой пшеницы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 71-74.

УДК 633.34:581.14:631.559

Иванова И.Ю.
Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Опытный

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ 56º С.Ш.

Аннотация. В работе представлены результаты анализа морфофизиологических параметров и элементов структуры урожая 29 сортов сои, возделываемых на северной границе агрономического ареала (Чувашская Республика, 56º с.ш.). Исследования проведены в 2025 году. Установлены закономерности изменчивости количественных признаков в зависимости от генотипа и гидротермических условий. Выявлены корреляционные связи между продолжительностью вегетационного периода, высотой растений, ветвлением, озерненностью боба и семенной продуктивностью. Проведена оценка пригодности сортов к механизированной уборке по высоте прикрепления нижнего боба. Выделены генотипы, сочетающие скороспелость с оптимальными морфологическими параметрами. Определены лимитирующие признаки, ограничивающие реализацию потенциала продуктивности в условиях короткого безморозного периода. Полученные результаты позволяют оптимизировать подбор родительских пар для гибридизации и повысить эффективность селекционного процесса.

Ключевые слова: соя, морфологические признаки, элементы структуры урожая, корреляционный анализ, скороспелость, высота прикрепления бобов, семенная продуктивность, фотопериодическая чувствительность.

Продвижение сои (Glycine max (L.) Merrill.) в регионы с высокой географической широтой (56° с.ш. и севернее) является важной задачей импортозамещения и диверсификации растениеводства в Нечерноземной зоне РФ [6], однако успех этой интродукции лимитируется комплексом абиотических стрессоров: коротким безморозным периодом (110–130 дней), суммой активных температур (1800–2200°С), длинным фотопериодом (15–17 часов в период вегетации) и риском возвратных весенних заморозков [1; 9].

Поскольку соя является растением короткого дня, при смещении в высокие широты в условиях длинного дня вегетация большинства сортов растягивается, и они не успевают вызревать [6], в связи с чем успешность возделывания на 56° с.ш., охватывающем территории Нижегородской, Кировской областей, Удмуртии, Татарстана и юга Пермского края, обеспечивается использованием сортов ультраскороспелой и северной экологической группы [1; 8]. Эти сорта характеризуются низкой фотопериодической чувствительностью, то есть нейтральной или слабо выраженной реакцией на длину дня, что позволяет им инициировать цветение при наступлении определенной суммы эффективных температур, не дожидаясь сокращения светового дня [2]; у таких сортов сокращен ювенильный период, и они способны переходить к генеративному развитию на фоне относительно низких положительных температур (10–12°C), что критично для стартового роста [5].

В условиях Волго-Вятского региона (56° с.ш.) основным лимитирующим фактором часто выступает дефицит тепла в мае-июне [3; 9], однако сорта северного экотипа обладают повышенной активностью ферментных систем при пониженных температурах, что позволяет им вести активный азотфиксирующий процесс в симбиозе с клубеньковыми бактериями при более низких температурах почвы, чем южные сорта [5]; важной чертой также является способность к быстрому наращиванию листовой поверхности в начальный период, чтобы максимально использовать световую энергию длинных июньских дней [5]. Морфологические параметры сорта напрямую коррелируют с его адаптивностью и пригодностью к уборке [7], причем для 56° с.ш. предпочтительны детерминантные и полудетерминантные сорта, которые останавливают рост в высоту после зацветания, что ускоряет созревание и снижает нагрузку на вегетативные органы, перенаправляя ассимилянты в бобы, а также снижает риск полегания [9]. Северные сорта часто имеют стебель высотой 50–80 см, однако селекция последних лет направлена на увеличение высоты прикрепления нижних бобов до 12–15 см [7], поскольку это технологическое требование для минимизации потерь при прямом комбайнировании, тогда как сорта северного экотипа часто характеризуются пониженным ростом и низким прикреплением бобов, что создает проблемы при уборке и увеличивает потери урожая [7; 10]. Предпочтение отдается компактным, неполегающим растениям с ограниченным ветвлением, так как в загущенных посевах северной зоны ветвление подавляется, и урожай формируется в основном за счет главного стебля [4]. В условиях длинного дня и умеренного увлажнения Волго-Вятского региона важную роль играет активный симбиоз [5], поэтому сорта должны быть селективно отзывчивы на инокуляцию специфическими штаммами ризобий, активными при пониженных температурах, поскольку формирование крупных, активных клубеньков на главном корне в ранние фазы обеспечивает до 70% потребности растения в азоте, что критично для формирования белка в семенах в условиях короткого лета [5]. Таким образом, формирование продуктивности сои на 56° с.ш. базируется на тонком балансе между вегетативным ростом и репродуктивным развитием, сжатым во времени [2]; ключевыми признаками являются ультраскороспелость с периодом вегетации менее 100 дней, толерантность к длинному дню, холодостойкость на начальных этапах и технологичность морфотипа, включающая высокое прикрепление бобов и детерминантность [1; 8]. Современная селекция с использованием таких сортов, как Светлая, Окская, Касатка, Магева и другие, постепенно решает проблему низкорослости, повышая потенциал урожайности в зоне рискованного земледелия [6; 10].

Цель исследований – выявить морфофизиологические особенности формирования продуктивности сортов сои различного эколого-географического происхождения в условиях южной части Волго-Вятского региона и выделить источники хозяйственно-ценных признаков для селекции.

Материалы и методы. Экспериментальная работа выполнена в 2025 году на опытном поле Чувашского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Почва опытного участка – серая лесная тяжелосуглинистая, типичная для лесостепной зоны Чувашской Республики. Технология возделывания – общепринятая для зернобобовых культур в регионе. Объект исследований – 29 сортообразцов сои. Стандарт – сорт СибНИИК 315.

Фенологические наблюдения проводили по основным фазам развития растений: всходы, ветвление, цветение, бобообразование, налив семян, созревание. Морфологические измерения включали: высоту растений (см), высоту прикрепления нижнего боба (см), количество ветвей первого порядка (шт.), количество продуктивных узлов на главном стебле (шт.), количество бобов (шт.), количество семян (шт.), массу семян с растения (г), массу 1000 семян (г). Статистическая обработка выполнена методами вариационного и корреляционного анализа.

Результаты и обсуждение. Продолжительность вегетационного периода изучаемых сортов варьировала от 90 до 116 дней. На основе многолетних наблюдений и анализа метеорологических условий региона установлено, что гарантированное вызревание сои в Чувашской Республике обеспечивается при вегетационном периоде не более 100-105 дней. Сорта с более продолжительным периодом вегетации попадают под раннеосенние заморозки и не формируют выполненные семена.

В изученной выборке идентифицировано 7 раннеспелых сортов (90 дней), 9 среднеранних (101 день) и 13 среднеспелых (116 дней). Ультраскороспелых образцов (менее 80 дней) не выявлено, что указывает на необходимость интродукции и создания еще более скороспелых форм. Наибольший

интерес для селекции и производства представляют сорта раннеспелой группы, а также наиболее скороспелые образцы из среднеранней группы (Дока, Альфа).

Морфологическая структура растений сои существенно различалась в зависимости от генотипа (табл. 1). Высота растений варьировала от 56 до 84 см. Низкорослые формы (56-60 см) – Цепкая, Альфа, Унга, Люмария – характеризуются пониженной конкурентоспособностью по отношению к сорной растительности и формируют ограниченный объем фотосинтезирующей поверхности. Высокорослые сорта (82-84 см) – Чувашская кормовая, Саяна – более продуктивны, но склонны к полеганию при избыточном увлажнении.

Высота прикрепления нижнего боба – признак, контролируемый генотипом и модифицируемый условиями выращивания. В 2025 году данный показатель варьировал от 8 см (Унга) до 22 см (Аргента). Установлено, что сорта с высотой прикрепления менее 15 см (СибНИИК 315, Чера 1, Люмария, Цивиль, Цепкая, Унга, Черемшанка, Забава, Славянка, Сентябринка) требуют особой настройки жаток или применения специальных приспособлений при уборке. Оптимальными для механизированной уборки признаны сорта с высотой прикрепления более 18 см: Аргента (22 см), Мерчен (21 см), Чувашская кормовая (21 см), Артика (21 см), Топаз (21 см), Луция (20 см), Саяна (20 см), Соер 7 (20 см), Пруденс (20 см), Акцент (19 см), Надежда (19 см), Сибириада (18 см), Баргузин (18 см), Апис (18 см).

Ветвление растений положительно коррелирует с семенной продуктивностью ($r = 0,58$). Максимальное количество ветвей сформировали сорта Славянка (5,0), Аргента (4,5) и Чувашская кормовая (4,1). Однако высокая ветвистость часто сопровождается растянутым периодом цветения и созревания, что в условиях короткого лета является отрицательным признаком. Оптимальным для сортов северного экотипа следует считать образование 2-3 ветвей первого порядка.

Количество продуктивных узлов на главном стебле варьировало от 8 (Топаз) до 15 (Славянка). Высоким значением признака характеризовались также сорта Пруденс, Соер 7, Саяна, Унга, Чувашская кормовая, Альфа (по 12 узлов). Установлена положительная корреляционная связь между количеством продуктивных узлов и числом бобов на растении ($r = 0,64$).

Таблица 1 – Морфологическая характеристика сортов сои

Сорт	Высота растения, см	Ветвление, шт.	Кол-во междоузлий, шт.	Высота прикрепления 1-го боба, см	Группа спелости
СибНИИК 315, st	66	3,7	11	14	среднеранняя
Цепкая	56	1,0	10	11	раннеспелая
Альфа	58	2,4	12	15	среднеранняя
Унга	58	2,2	12	8	раннеспелая
Люмария	60	1,0	11	12	раннеспелая
Чера 1	62	0,8	10	14	раннеспелая
Надежда	64	3,1	10	19	среднеспелая
Цивиль	65	2,9	10	13	раннеспелая
Памяти Фадеева	66	3,0	11	15	раннеспелая
Черемшанка	66	3,3	10	12	среднеранняя
Луция	68	2,1	11	20	среднеранняя
Мерчен	69	3,3	11	21	раннеспелая
Сибириада	69	3,1	10	18	среднеранняя
Дока	71	2,7	10	15	среднеранняя
Аргента	71	4,5	11	22	среднеспелая
Акцент	73	3,0	10	19	среднеспелая
Славянка	77	5,0	15	11	среднеспелая
Баргузин	78	1,6	11	18	среднеспелая
Артика	78	1,8	11	21	среднеранняя
Чувашская кормовая	82	4,1	12	21	среднеранняя
Саяна	84	2,0	12	20	среднеспелая

Анализ элементов продуктивности (табл. 2) выявил сорта-доноры отдельных признаков. По количеству бобов с растения выделены Славянка (74,2), Забава (46,1), Унга (39,7), Альфа (39,6). По количеству семян с растения лидируют Славянка (194,1), Забава (109,0), Дока (79,5), Чувашская кормовая (90,4). По озерненности боба максимальные показатели у Славянки (2,7), Топаза (2,6), Мерчен, Забавы, Саяны (по 2,3). По массе семян с растения выделяются Славянка (28,35 г), Липчанка (10,93 г), Дока (9,52 г), Мерчен (9,50 г), Пруденс (9,57 г).

Важно отметить, что сорт Славянка, обладая уникальной индивидуальной продуктивностью, не может быть рекомендован для производственного возделывания в Чувашской Республике из-за позднеспелости и низкого прикрепления бобов. Однако он представляет исключительную ценность как генетический источник высокой семенной продуктивности, ветвистости, многоплодности.

Проведен корреляционный анализ морфофизиологических признаков (табл. 3). Установлены следующие зависимости:

- продолжительность вегетационного периода положительно коррелирует с высотой растений (r = 0,52) и количеством семян с растения (r = 0,48);
- высота растений положительно коррелирует с высотой прикрепления нижнего боба (r = 0,41) и количеством узлов (r = 0,44);
- ветвление положительно коррелирует с количеством бобов (r = 0,58) и семян (r = 0,62);
- количество узлов положительно коррелирует с количеством бобов (r = 0,64) и семян (r = 0,55);
- масса 1000 семян отрицательно коррелирует с количеством семян на растении (r = -0,39).
- полученные корреляционные зависимости необходимо учитывать при подборе родительских пар для гибридизации. При селекции на скороспелость следует ожидать снижения высоты растений и продуктивности. При селекции на высокую продуктивность возрастает риск позднеспелости. Оптимальным представляется сочетание в одном генотипе скороспелости одного из родителей и продуктивности другого.

Таблица 2 – Элементы продуктивности лучших сортов сои

Сорт	Кол-во бобов на растении, шт./раст.	Кол-во семян		Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г
		шт./раст.	шт./боб		
Славянка	74,2	194,1	2,7	28,35	146
Забава	46,1	109,0	2,3	17,99	165
Дока	38,3	79,5	1,7	9,52	212
Чувашская кормовая	39,1	90,4	2,0	5,77	157
Унга	39,7	69,1	1,9	8,87	184
Мерчен	26,0	46,0	2,3	9,50	149
Пруденс	29,0	55,6	1,9	9,57	212
Липчанка	32,0	70,9	2,2	10,93	163
Альфа	39,6	56,3	2,1	5,42	150
Апис	27,9	52,3	1,9	7,50	204

По результатам комплексной оценки выделены сорта, сочетающие раннеспелость с оптимальными морфологическими параметрами и высокой продуктивностью:

1. **Мерчен** (Чувашия) – вегетационный период 90 дней, высота прикрепления бобов 21 см, урожайность +34,4 % к стандарту, масса 1000 семян 149 г.
2. **Цивиль** (Чувашия) – вегетационный период 90 дней, высота прикрепления 13 см (требуется доработка), урожайность +10,5 %, масса 1000 семян 176 г.
3. **Памяти Фадеева** (Чувашия) – вегетационный период 90 дней, высота прикрепления 15 см, урожайность +2,2 %, масса 1000 семян 217 г.
4. **Унга** (Иркутск) – вегетационный период 90 дней, высота прикрепления 8 см (недостаток), урожайность +51,7 %, масса 1000 семян 212 г.

Сорта Пруденс (Канада) и Альфа (Барнаул) показали высокие результаты в среднеранней группе и рекомендуются для дальнейшего изучения и производственного испытания.

Таблица 3 – Корреляционная матрица морфофизиологических признаков сои

Признак	ВП	Ветв	Узлы	ВБ	Бобы	Семена	М1000	МасСем
Вегетационный период	0,52	0,21	0,33	0,18	0,36	0,48	-0,22	0,43
Высота растений (ВП)	1,00	0,25	0,44	0,41	0,28	0,32	-0,15	0,28
Ветвление (Ветв)		1,00	0,38	0,23	0,58	0,62	-0,28	0,51
Количество узлов (Узлы)			1,00	0,19	0,64	0,55	-0,19	0,42
Высота боба (ВБ)				1,00	0,12	0,09	0,24	0,11
Количество бобов					1,00	0,89	-0,31	0,73
Количество семян						1,00	-0,39	0,81
Масса 1000 семян (М1000)							1,00	0,28
Масса семян (МасСем)								1,00

Заключение. В результате изучения морфофизиологических особенностей 29 сортов сои в условиях 56º с.ш. установлено:

1. Успешное возделывание сои в южной части Волго-Вятского региона обеспечивают сорта с вегетационным периодом 90-101 день. Выделено 7 раннеспелых и 9 среднеранних сортов, перспективных для селекции и производства.
2. Выявлены существенные межсортовые различия по морфологическим признакам. Диапазон изменчивости: высота растений – 56-84 см, ветвление – 0,3-5,0 шт., продуктивные узлы – 8-15 шт., высота прикрепления бобов – 8-22 см.
3. Установлены корреляционные взаимосвязи, позволяющие прогнозировать результат селекции: положительные – между вегетационным периодом и продуктивностью (r=0,48), ветвлением и семенной продуктивностью (r=0,62), количеством узлов и бобов (r=0,64); отрицательные – между массой 1000 семян и их количеством (r=-0,39).
4. Для селекции на пригодность к механизированной уборке в качестве источников высокого прикрепления бобов рекомендуются сорта Аргента, Мерчен, Чувашская кормовая, Артика, Топаз, Луция, Саяна, Соер 7, Пруденс.
5. Источниками высокой индивидуальной продуктивности являются сорта Славянка, Забава, Дока, Липчанка. Данные генотипы рекомендуется использовать в гибридизации для повышения потенциала продуктивности создаваемых сортов.

Список литературы

1. Фадеева, А.Н., & Тагиров, М.Ш. Продуктивность и параметры адаптивности сортов сои северного экотипа в условиях Предкамья Республики Татарстан // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 52–59.
2. Васильчиков, А.Г. Исходный материал для селекции сои на скороспелость и адаптивность в условиях Нечерноземной зоны РФ: дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск, 2020. – 150 с.
3. Титов, В.Н., & Смирнов, А.А. Влияние метеорологических условий на формирование элементов продуктивности сортов сои в Верхневолжье // Вестник Ивановской ГСХА. – 2019. – № 3 (32). – С. 23–29.
4. Еремин, Д.И., & Дёмин, Е.А. Агроэкологические аспекты возделывания скороспелых сортов сои в лесостепной зоне Зауралья // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 04 (219). – С. 2–12.
5. Синеговская, В.Т., & Наумченко, Е.Т. Формирование фотосинтетического аппарата и симбиотического аппарата у сортов сои разных групп спелости в Приамурье // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 5. – С. 34–38.
6. Зеленцов, С.В., & Мошненко, Е.В. Современное состояние и перспективы селекции сои на север в европейской части России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 148–156.
7. Митрофанов, С.В., & Ткаченко, П.А. Оценка коллекционных образцов сои по хозяйственно ценным признакам в условиях Кировской области // Научные инновации в развитии АПК: сборник научных трудов. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2020. – С. 112–117.
8. Селезнева, Е.С., & Хакимова, Л.Р. Адаптивный потенциал скороспелых сортов сои в условиях Удмуртской Республики // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 3 (63). – С. 45–51.
9. Багринцева, В.Н., & Кузнецова, Е.А. Продукционный процесс сортов сои разного морфотипа в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 5. – С. 535–545.

10. Щегорец, О.В., & Челтыгмашева, И.А. Технология возделывания сои в условиях северных территорий (рекомендации). – Благовещенск: ВНИИ сои, 2019. – 48 с.

УДК 633.34:631.527

Ильина С.В.
Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Опытный

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В статье приведены результаты оценки коллекционных образцов сои различного эколого-географического происхождения по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях Чувашской Республики. Исследования выполнены в 2025 году на опытном поле Чувашского НИИСХ. Почвенный покров представлен серыми лесными тяжелосуглинистыми почвами с содержанием гумуса 4,1-4,5 %. Объектом изучения служили 29 сортообразцов, отобранных по итогам предварительного испытания 2022-2024 гг. из 156 образцов мировой коллекции ВИР. Фенологические наблюдения позволили выделить три группы спелости применительно к условиям 56º с.ш. Установлено, что сорта южного происхождения характеризуются позднеспелостью и неполным вызреванием семян. Проведен дисперсионный и вариационный анализ морфологических признаков. Выявлены генотипы с низкой вариабельностью элементов структуры урожая. Определены корреляционные взаимосвязи между продолжительностью вегетационного периода и продуктивностью. Выделенные источники хозяйственно-ценных признаков рекомендуются для использования в селекционных программах, направленных на создание сортов сои северного экотипа.

Ключевые слова: соя, коллекция, исходный материал, изменчивость признаков, коэффициент вариации, группы спелости, северный экотип, селекционная ценность.

Стратегия импортозамещения и необходимость укрепления продовольственной безопасности России определяют приоритетные направления развития селекции сельскохозяйственных культур. Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) признана одной из наиболее востребованных культур благодаря уникальному биохимическому составу семян. Среднее содержание белка в семенах составляет 38–42 %, масла – 19–22 %, при этом потенциал современных сортов позволяет достигать 48–50 % белка и 26–28 % масла [1]. Расширение ареала возделывания сои в северные широты сдерживается недостатком скороспелых генотипов, адаптированных к короткому безморозному периоду и специфическим фотопериодическим условиям [2].

Чувашская Республика расположена на границе традиционного земледелия (56º с.ш.). Сумма активных температур выше 10 ºС за вегетационный период составляет 2100–2350 ºС, что соответствует минимальным потребностям ультраскороспелых сортов сои [3]. Ранее культура считалась нетрадиционной для данного региона, однако успехи селекции и появление сортов северного экотипа позволили скорректировать представления о биологическом минимуме культуры [4, 6]. В исследованиях И.Ю. Ивановой показано, что в условиях Чувашской Республики особое значение приобретает оценка сортообразцов сои на фоне абиотических стрессовых факторов, поскольку стрессоустойчивость является ключевым лимитирующим признаком при нестабильном термическом режиме [5]. Дальнейшее продвижение культуры в регионе связано с созданием новых сортов кормового назначения, характеризующихся скороспелостью и стабильной урожайностью [6].

Цель настоящей работы – мобилизация генетических ресурсов сои, оценка коллекционного материала и выделение источников хозяйственно-ценных признаков для селекции сортов северного экотипа в условиях южной части Волго-Вятского региона.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2025 году на опытном поле Чувашского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Объект исследований – 29 сортообразцов сои отечественной и зарубежной селекции, отобранные по результатам экологического сортоиспытания 2022-2024 гг. из 156 образцов. Стандарт – сорт СибНИИК 315 (оригинатор ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, г. Новосибирск). Норма высева – 450 тыс. всхожих семян на гектар (60 кг/га). Растения выращивали в 1-метровых рядках, схема посева 45×10 см, повторность трехкратная.

Почва – серая лесная тяжелосуглинистая, сформированная на покровных суглинках. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH=5,4-5,7, гумус 4,1-4,5 % (по Тюрину), подвижный фосфор 137 мг/кг, обменный калий 101 мг/кг почвы (по Кирсанову). Предшественник – яровая пшеница. Основная обработка проведена 25 сентября 2024 года плугом ПЛН-3-35 на глубину 23 см. Предпосевная культивация выполнена 18 мая агрегатом Паук-6. Посев проведен 21 мая при

физической спелости почвы. Глубина заделки семян 5-6 см. Уборка осуществлялась сноповым методом вручную в фазу полной спелости.

Все учёты и наблюдения выполняли согласно общепринятым методикам, рекомендованным для государственного сортоиспытания [7, 8]]. Полученные результаты подвергали статистической обработке с использованием дисперсионного и корреляционного анализа в среде Excel.

Результаты и обсуждение. Продолжительность вегетационного периода является лимитирующим фактором возделывания сои в условиях Волго-Вятского региона [4, 6]. Сумма активных температур выше 10 °С здесь редко превышает 2200 °С, а безморозный период зачастую ограничен 110–120 днями, что соответствует нижней границе биологических требований ультраскороспелых сортов сои [3, 5]. В связи с этим даже незначительное отклонение от оптимальных сроков созревания приводит к недобору урожая, неполному выполнению семян или повреждению их заморозками. Как отмечают А.А. Фадеев с соавторами, успешное возделывание культуры в регионе возможно только при использовании генотипов северного экотипа с продолжительностью вегетации не более 95–100 суток [6]. И.Ю. Иванова также подчёркивает, что в условиях Чувашской Республики ключевым критерием при оценке перспективных сортообразцов является именно скороспелость в сочетании со стрессоустойчивостью в период налива семян [5].

В результате фенологических наблюдений установлена дифференциация сортообразцов по данному признаку. Выделено три группы спелости применительно к условиям 56º с.ш. (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение сортообразцов сои по группам спелости

Группа спелости	Вегетационный период, дней	Доля от общего числа, %	Сорта
Раннеспелая	85-90	24,1	Унга, Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария, Цивиль, Цепкая, Мерчен
Среднеранняя	91-105	31,0	Чувашская кормовая, Луция, СК Артика, Дока, Миляуша, Черемшанка, Сибириада, Альфа, Пруденс
Среднеспелая	106-120	44,9	Надежда, Аргента, Акцент, Забава, Баргузин, Саяна, Липчанка, Топаз, Сентябринка, Апис, Соер 7, Славянка, ОАК Пруденс

Анализ происхождения сортов показал, что раннеспелая группа представлена преимущественно генотипами сибирской (Унга, Черемшанка) и чувашской селекции (Памяти Фадеева, Люмария, Цивиль, Цепкая, Мерчен). Сорта южного происхождения (ВНИИМК, ВНИИ сои) характеризовались более поздним созреванием. Два сорта белгородской селекции (Виктория и Белгородская 48) превысили продолжительность вегетации 140 дней и были выбракованы. Ультраскороспелых образцов (менее 80 дней) в изученном наборе не выявлено.

Морфологические признаки растений сои имеют различную селекционную ценность [6]. В условиях Волго-Вятского региона наибольшее значение приобретают такие признаки, как высота прикрепления нижних бобов, неполегаемость стебля и компактный габитус куста, обеспечивающие пригодность к механизированной уборке [4, 6]. Скороспелость, как интегральный морфофизиологический показатель, тесно коррелирует с числом междоузлий и продолжительностью межфазных периодов, что позволяет вести отбор на уровне фенотипа [5]. Кроме того, в селекции на кормовое использование особую ценность представляет облиственность и доля листовой пластинки в общей надземной биомассе [6].

Высота растений варьировала от 56 см (Цепкая) до 84 см (Саяна). Низкорослые формы (56-60 см) идентифицированы у сортов Цепкая, Альфа, Унга, Люмария. Высокорослость (более 80 см) отмечена у сортов Чувашская кормовая (82 см) и Саяна (84 см).

Высота прикрепления нижнего боба – технологически значимый признак, определяющий пригодность к механизированной уборке. Установлено, что прикрепление бобов ниже 15 см приводит к потерям урожая до 10-12 %. В изученной выборке данный показатель варьировал от 8 до 22 см. Максимальные значения (21-22 см) зафиксированы у сортов Аргента, Мерчен, Чувашская кормовая, Артика, Топаз. Высокое прикрепление (20 см) отмечено у сортов Луция, Саяна, Соер 7, Пруденс.

Количество продуктивных узлов на главном стебле варьировало от 8 (Топаз) до 15 (Славянка). Среднее значение по выборке – 10,9 шт. Помимо сорта Славянка, высокие показатели (12 узлов) имели сорта Пруденс, Соер 7, Саяна, Унга и Чувашская кормовая.

Ветвление растений сои коррелирует с потенциальной семенной продуктивностью. Максимальное количество ветвей первого порядка сформировали сорта Славянка (5,0), Аргента (4,5) и Чувашская кормовая (4,1). Слабоветвящиеся формы (0,3-1,0 ветви) – Топаз, Чера 1, Люмария, Цепкая, Сентябринка.

Анализ элементов продуктивности выявил существенные межсортовые различия (табл. 2). Количество бобов на одном растении варьировало от 15,1 (Топаз) до 74,2 (Славянка) при среднем значении 32,1 шт. Количество семян изменялось от 33,9 (Сентябринка) до 194,1 (Славянка) при среднем 61,5 шт. Озерненность боба варьировала от 1,5 до 2,7 семян.

Таблица 2 – Элементы продуктивности выделившихся сортов сои

Сорт	Бобов, шт./раст.	Семян, шт./раст.	Семян в бобе, шт.	Масса семян, г/раст.
Славянка	74,2	194,1	2,7	28,35
Забава	46,1	109,0	2,3	17,99
Дока	38,3	79,5	1,7	9,52
Чувашская кормовая	39,1	90,4	2,0	5,77
Черемшанка	38,2	72,0	2,0	8,56
Унга	39,7	69,1	1,9	8,87
Альфа	39,6	56,3	2,1	5,42
Липчанка	32,0	70,9	2,2	10,93

Проведен статистический анализ варьирования морфологических признаков. Коэффициент вариации (Cv) по высоте растений составил 10,16 % (низкий уровень изменчивости), по количеству продуктивных узлов – 11,47 % (низкий), по высоте прикрепления нижнего боба – 23,56 % (средний), по ветвлению – 44,30 % (высокий), по количеству бобов – 34,00 % (средний), по количеству семян – 50,74 % (высокий). Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии генотипа на степень варьирования признаков.

Проведен статистический анализ варьирования морфологических признаков. Коэффициент Детальный анализ изменчивости признаков в разрезе каждого сорта позволил выделить генотипы с низкой вариабельностью по всем элементам продуктивности (табл. 3). Сорта Памяти Фадеева, Цивиль, Аргента, Акцент и Соер 7 характеризуются стабильным проявлением морфологических признаков в условиях 2025 года. Данные генотипы представляют интерес как источники стабильности для селекции на адаптивность.

Таблица 3 – Коэффициенты вариации морфологических признаков стабильных сортов, %

Сорта	Высота растения	Ветвление	Количество междоузлий	Высота прикрепления 1-го боба	Количество бобов на растении	Количество семян в бобе
Памяти Фадеева	5,90	35,14	17,14	27,9	30,85	34,04
Цивиль	15,31	30,19	13,84	24,33	34,50	36,65
Аргента	9,15	33,67	19,17	17,12	31,27	31,01
Акцент	4,07	28,17	11,29	14,12	24,56	21,36
Соер 7	5,59	35,14	15,21	8,28	28,84	23,37

Корреляционный анализ выявил положительную связь между продолжительностью вегетационного периода и массой семян с растения (r = 0,48), а также между ветвлением и количеством семян (r = 0,62). Отрицательная корреляция установлена между высотой прикрепления нижнего боба и продолжительностью вегетации (r = -0,31).

Заключение. В результате комплексной оценки коллекционных образцов сои в условиях южной части Волго-Вятского региона (56º с.ш.) в 2025 году сформирован банк данных по 29 сортообразцам. Выделены источники отдельных хозяйственно-ценных признаков:

- скороспелости (вегетационный период 85-90 дней): Унга, Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария, Цивиль, Цепкая, Мерчен;
- высокой продуктивности (масса семян более 9 г/раст.): Славянка, Липчанка, Дока, Мерчен, Унга, Пруденс;
- крупносемянности (масса 1000 семян более 200 г): Люмария, Памяти Фадеева, Унга, Апис, Сентябринка, Пруденс, Акцент;
- высокого прикрепления нижнего боба (20-22 см): Аргента, Мерчен, Чувашская кормовая, Артика, Топаз, Луция, Саяна, Соер 7, Пруденс;
- стабильности морфологических признаков: Памяти Фадеева, Цивиль, Аргента, Акцент, Соер 7.

Выявленные генотипы представляют практическую ценность для селекционных программ, направленных на создание сортов сои северного экотипа с комплексом хозяйственно-ценных признаков, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Волго-Вятского региона.

Список литературы

1. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О. Коллекция зернобобовых культур ВИР как источник исходного материала для современных селекционных программ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 177. – № 4. – С. 48-61.
2. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Ковтунова Н.А. Адаптивный потенциал сортов сои северного экотипа // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1(33). – С. 24-29.
3. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Батищева Н.М. Селекционная ценность сортов сои различного эколого-географического происхождения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6(80). – С. 78-82.
4. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф. Результаты и перспективы селекции сои в Чувашской Республике // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 4(65). – С. 29-33.
5. Иванова И.Ю. Изучение перспективных сортообразцов сои на фоне абиотических стрессовых факторов среды // ББК 40я431 П76. – 2025. – С. 72.
6. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Елисеев И.П., Иванова И.Ю. Перспективные селекционные линии сои северного экотипа для создания сортов кормового назначения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 203-210.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Лукомец В. М. и др. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) //Масличные культуры. – 2023. – №. 1 (193). – С. 33-52

УДК 633.34:631.559:551.58

Ильина С.В.
Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Опытный

РЕАКЦИЯ СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА СТРЕССОВЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В статье проанализировано влияние комплекса абиотических стрессовых факторов вегетационного периода 2025 года на продуктивность и качество семян 29 сортов сои. Исследования проведены в Чувашской Республике на серых лесных тяжелосуглинистых почвах. Метеорологические условия характеризовались неравномерным распределением осадков, возвратными заморозками в июне, почвенно-воздушной засухой в июле, переувлажнением в августе и ранними осенними заморозками в сентябре. Гидротермический коэффициент за май-сентябрь составил 1,17 при сумме активных температур 2351 ºС. Установлены межсортовые различия по устойчивости к стрессовым факторам. Выявлены сорта с высокой полевой всхожестью, дружностью цветения и ускоренным наливом семян. Определена урожайность изучаемых генотипов в контрастных метеорологических условиях. Максимальная продуктивность в раннеспелой группе достигла 5,14 т/га, в среднеранней – 4,02 т/га. Установлена зависимость массы 1000 семян от гидротермических условий периода налива. Выделены адаптивные сорта, сочетающие высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к стрессорам. Полученные данные позволяют рекомендовать перспективные сорта для возделывания в регионе и использования в селекции на адаптивность.

Ключевые слова: соя, стресс-факторы, заморозки, засуха, адаптивность, урожайность, масса 1000 семян, гидротермический коэффициент, северный экотип.

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) относится к культурам, чутко реагирующим на изменение погодных условий в период вегетации. В Волго-Вятском регионе, который характеризуется неустойчивым термическим режимом и неравномерным выпадением осадков, стрессовые факторы среды оказывают определяющее влияние на реализацию продуктивного потенциала сортов [3, 5].

Основными лимитирующими факторами для сои в регионе являются дефицит тепла в начальный период роста, возвратные весенние и ранние осенние заморозки, а также периодически повторяющиеся почвенно-воздушные засухи в фазы цветения и налива семян [4, 6]. Реакция сортов на эти стрессы напрямую зависит от их принадлежности к определенной группе спелости. Как отмечает И.Ю. Иванова, в условиях Чувашской Республики наибольшей устойчивостью к комплексу абиотических стрессов обладают ультраскороспелые и раннеспелые сортообразцы, способные завершить цикл развития до наступления осеннего похолодания [5].

Сорта северного экотипа, созданные специально для регионов с лимитированными термическими ресурсами, демонстрируют более стабильную урожайность по годам [2, 6]. Однако даже в пределах одной группы спелости наблюдается дифференциация по устойчивости к

переувлажнению или засухе. По данным А.А. Фадеева с соавторами, перспективные линии сои кормового назначения, созданные в Чувашском НИИСХ, характеризуются не только скороспелостью, но и повышенной толерантностью к колебаниям влагообеспеченности в критический период «цветение – налив бобов» [6].

Особую опасность для позднеспелых и среднеспелых сортов представляют стрессовые погодные условия второй половины лета. Замедление созревания при пониженных температурах августа приводит к недобору урожая, ухудшению биохимического состава семян и снижению их посевных качеств [1, 3]. В связи с этим в Волго-Вятском регионе экономически оправдано возделывание только сортов с продолжительностью вегетационного периода не более 95–105 суток [4, 5].

Таким образом, успешное возделывание сои в условиях Волго-Вятского региона базируется на правильном подборе групп спелости и использовании генотипов, сочетающих скороспелость с устойчивостью к стрессовым погодным факторам. Дальнейшая селекционная работа должна быть направлена на создание сортов, адаптированных к конкретным проявлениям регионального стресс-фона [6].

Цель исследований – оценить реакцию сортов сои различных групп спелости на стрессовые погодные условия и выделить генотипы с повышенной адаптивностью для условий южной части Волго-Вятского региона.

Материалы и методы. Полевые опыты выполнены в 2025 году на опытном поле Чувашского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Почва – серая лесная тяжелосуглинистая, характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH=5,4-5,7, гумус 4,1-4,5 %, P_2O_5– 137 мг/кг, K_2 – 101 мг/кг почвы. Предшественник – яровая пшеница. Технология возделывания – общепринятая для зернобобовых культур в регионе.

Объект исследований – 29 сортообразцов сои отечественной и зарубежной селекции. Стандарт – сорт СибНИИК 315. Посев проведен 21 мая с нормой высева 450 тыс. всхожих семян/га. Учет урожайности осуществлялся сноповым методом в фазу полной спелости. Метеорологические наблюдения выполнялись на метеопосту Чувашского НИИСХ. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитан по Г.Т. Селянинову. Статистическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Вегетационный период 2025 года характеризовался выраженной контрастностью метеорологических условий. Сумма активных температур за май-сентябрь составила 2351 ºС, сумма осадков – 275,5 мм, ГТК = 1,17, что соответствует слабозасушливому типу увлажнения. Однако осредненные показатели не отражают экстремальность распределения тепла и влаги по декадам.

Май отличался избыточным увлажнением (60,2 мм при норме 38,0 мм, +58 %), что замедлило прогревание почвы и сместило оптимальные сроки сева. Первая и вторая декады июня характеризовались пониженным температурным фоном. В третьей декаде июня зафиксированы заморозки на почве до -1…-2 ºС, что вызвало стрессовое состояние растений, особенно у сортов с замедленным темпом начального роста.

Июль отмечен экстремально высокими температурами (до 33-36 ºС днем) при остром дефиците осадков. Сумма осадков за месяц составила 26,0 мм при норме 64,0 мм (41 % от нормы). Вторая декада июля прошла без осадков. Высокие температуры в сочетании с низкой влажностью воздуха вызвали угнетение растений, преждевременное опадение цветков и молодых бобов у незасухоустойчивых сортов.

Август характеризовался избыточным увлажнением – выпало 115,0 мм осадков при норме 54,2 мм (212 % от нормы). Переувлажнение почвы в сочетании с пониженными температурами второй-третьей декад замедлило созревание и повысило риск поражения грибными заболеваниями. Сентябрь оказался аномально засушливым (8,3 мм при норме 46,0 мм, 18 % от нормы). Вторая декада сентября характеризовалась заморозками на почве до -2 ºС. Таким образом, растения сои в 2025 году подверглись воздействию четырех различных стресс-факторов: раннелетние заморозки, почвенная и воздушная засуха в период цветения, переувлажнение в период налива семян и ранние осенние заморозки. Данные условия позволили провести объективную оценку адаптивного потенциала изучаемых сортов.

Проведённая в 2025 году оценка урожайности сортов сои продемонстрировала наличие статистически значимых различий между генотипами. Выявленная дифференциация согласуется с результатами длительных исследований адаптивного потенциала культуры в зонах рискованного земледелия с дефицитом тепла [2, 4].

Раннеспелая группа. Урожайность в данной группе находилась в интервале от 290,2 г/м² (сорт Чера 1) до 514,3 г/м² (сорт Унга). Отклонение от стандартного сорта варьировало от минус 14,4 % до плюс 51,7 %. Наибольшую прибавку относительно контроля зафиксировали у сортов Унга (+51,7 %), Мерчен (+34,4 %), а также у второго образца Унга (+23,0 %).

Продукционный потенциал перечисленных генотипов реализуется благодаря их биологическим особенностям: ускоренному прохождению стартовых фаз органогенеза, завершению

цветения и закладки генеративных структур до наступления засушливого периода в июле, а также окончанию налива семян до первых осенних заморозков. Ранее И.Ю. Ивановой [5] было показано, что в условиях Чувашии селекционную ценность представляют сорта, способные сдвигать критический интервал «цветение – налив» на более ранние сроки, характеризующиеся оптимальным увлажнением. Аналогичные выводы получены А.В. Алабушевым с коллегами [2] при изучении сортов северного экотипа: авторы подчёркивают, что фотопериодическая чувствительность и скороспелость выступают основными детерминантами стабильности продуктивности.

Среднеранняя группа. В этой группе максимальный уровень урожайности зафиксирован у канадского сорта Пруденс – 402,1 г/м² (+18,6 % к стандарту). Достаточно высокая продуктивность отмечена также у сортов Альфа (400,8 г/м², +18,2 %) и Апис (389,7 г/м², +14,9 %).

Эти данные корреспондируют с результатами В.Н. Тищенко [3], согласно которым интродуцированные сорта из регионов с умеренным климатом (Канада, Северная Европа) представляют высокую селекционную ценность для зон с неустойчивыми погодными условиями. Генетическая природа канадских сортов, включая Пруденс, обеспечивает их адаптацию к сжатому вегетационному периоду, благодаря чему они нередко превосходят местные формы по стабильности урожайности в стрессовых ситуациях [1].

Среднеспелая группа. Продуктивность сортов, относящихся к данной группе спелости, оказалась ниже стандарта на 5,9–30,8 %. Основная причина – повреждение репродуктивных органов сентябрьскими заморозками и незавершённые процессы налива семян.

Наблюдаемая закономерность укладывается в концепцию «биологического минимума», детально проработанную А.А. Фадеевым [4, 6]. Для Волго-Вятского региона, где сумма активных температур колеблется в пределах 2100–2350 °C, рентабельное возделывание сои возможно лишь при использовании ультраскороспелых и ранних форм. Позднеспелые генотипы даже с высоким потенциалом продуктивности не успевают его реализовать из-за ранних осенних заморозков, что подтверждается и другими исследователями [3, 6].

Таблица 1 – Урожайность сортов сои в условиях стрессовых погодных явлений

№п/п	Сорт	Продуктивность, г/м²ь	Отклонение от стандарта		Группа спелости	Происхождение
			г/м²	%		
1	СибНИИК 315, st	339,2	-	-	среднеранняя	Новосибирск
Раннеспелая группа						
2	Унга	514,3	+175,1	+51,7	раннеспелая	Иркутск
3	Мерчен	455,8	+116,6	+34,4	раннеспелая	Чувашия
4	Унга	417,0	+77,8	+23,0	раннеспелая	Иркутск
5	Цивиль	374,8	+35,6	+10,5	раннеспелая	Чувашия
6	Памяти Фадеева	346,6	+7,4	+2,2	раннеспелая	Чувашия
Среднеранняя группа						
7	Пруденс	402,1	+62,9	+18,6	среднеранняя	Канада
8	Альфа	400,8	+61,6	+18,2	среднеранняя	Барнаул
9	Апис	389,7	+50,5	+14,9	среднеспелая	Благовещенск
10	Саяна	378,2	+39,0	+11,5	среднеспелая	Иркутск
11	Баргузин	360,6	+21,4	+6,3	среднеспелая	Иркутск
12	Луция	366,2	+27,0	+8,0	среднеранняя	Пенза
Среднеспелая группа						
13	Аргента	319,3	-19,9	-5,9	среднеспелая	Воронеж
14	Соер 7	302,1	-37,1	-10,9	среднеспелая	Саратов
15	Славянка	283,5	-55,7	-16,4	среднеспелая	Москва
16	Топаз	272,9	-66,3	-19,5	среднеспелая	Благовещенск
17	Сентябринка	234,7	-104,5	-30,8	среднеспелая	Благовещенск

Масса 1000 семян. В отчётный год величина этого показателя изменялась от минимальных значений у сорта Цивиль (110,6 г) до максимальных у сортов Памяти Фадеева, Люмария и Акцент (217 г). Выявлена тесная связь крупности семян с гидротермическими условиями, складывающимися в период налива (июль–август). Генотипы, у которых налив приходился на ранние сроки (до наступления переувлажнения и заморозков), сформировали более крупные семена.

Данное наблюдение находит подтверждение в работе М.А. Вишняковой [1], где отмечено, что полнота реализации потенциала массы семян определяется совпадением фазы налива с

оптимальным погодным фоном. Кроме того, в исследованиях Фадеева [6] показано, что у сортов северного экотипа масса 1000 семян может различаться в 1,5–2 раза по годам, что диктует необходимость селекционного закрепления этого признака.

Выделены сорта с массой 1000 семян более 200 г, способные формировать выполненные семена в условиях Чувашской Республики (рис. 1). Максимальные значения отмечены у сортов Люмария (217 г), Акцент (217 г), Памяти Фадеева (217 г). Высокой крупносемянностью также характеризуются Унга (212 г), Пруденс (212 г), Сентябринка (208 г), Апис (204 г).

Важно отметить, что сорта с максимальной массой семян с растения (Славянка – 28,35 г/раст., Липчанка – 10,93 г/раст.) формировали относительно некрупные семена (146-163 г), что связано с образованием большого количества семян на растении. Для товарного производства предпочтительны сорта, сочетающие высокую урожайность с крупностью семян: Унга, Пруденс, Апис, Дока.

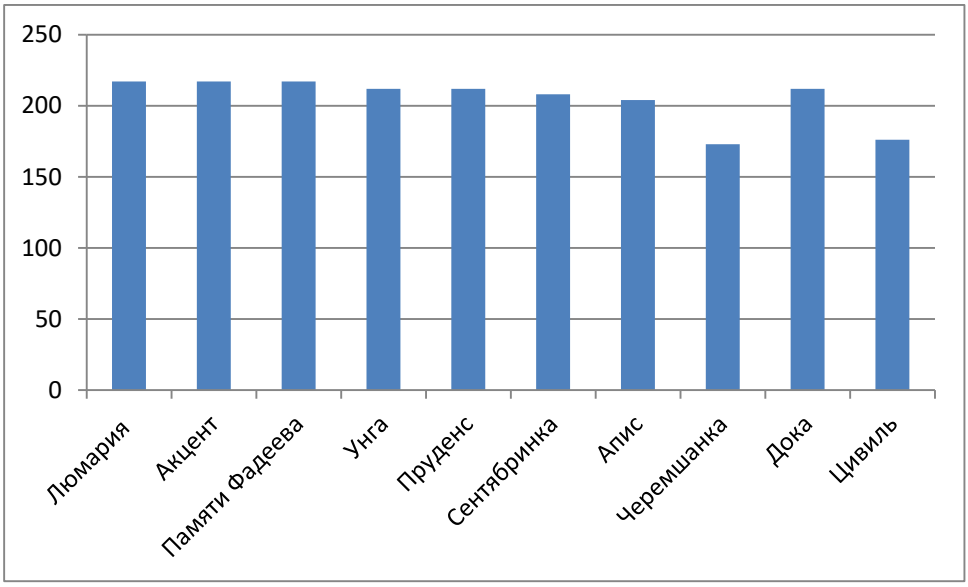


Рисунок 1 – Крупносемянные сорта сои, выделенные в условиях 2025 года (масса 1000 семян, г)

Проведена группировка сортов по степени адаптивности к стрессовым условиям 2025 года. К высокоадаптивным отнесены генотипы, превысившие стандарт по урожайности на 10 % и более: Унга, Мерчен, Цивиль, Пруденс, Альфа, Апис, Саяна. Данные сорта характеризовались дружным цветением, ускоренным наливом семян, высокой устойчивостью к засухе и заморозкам. Среднеадаптивные сорта (Памяти Фадеева, Баргузин, Луция, Черемшанка) обеспечили урожайность на уровне стандарта или незначительно превысили его. Низкоадаптивные сорта (Славянка, Топаз, Сентябринка, Липчанка, Надежда) существенно снизили продуктивность в стрессовых условиях.

Выявлена отрицательная корреляционная зависимость между продолжительностью вегетационного периода и устойчивостью к раннеосенним заморозкам (r = -0,67). Сорта с вегетационным периодом более 110 дней попали под заморозки в фазе молочно-восковой спелости, что привело к формированию щуплых, морозобойных семян и снижению урожайности.

Заключение. Комплексная оценка сортов сои в стрессовых погодных условиях 2025 года позволила сделать следующие выводы:

1. Метеорологические условия вегетационного периода характеризовались полистрессовым характером: заморозки, засуха, переувлажнение, ранние осенние заморозки. ГТК май-сентябрь составил 1,17 при сумме активных температур 2351 ºС.
2. Установлена дифференциация сортов по устойчивости к абиотическим стрессорам. Наибольшей адаптивностью характеризуются сорта сибирской (Унга, Саяна, Баргузин) и чувашской (Мерчен, Цивиль, Памяти Фадеева) селекции, а также канадский сорт Пруденс.
3. Максимальная урожайность в раннеспелой группе достигнута у сорта Унга – 5,14 т/га (+51,7 % к стандарту), в среднеранней – у сорта Пруденс – 4,02 т/га (+18,6 %). Данные показатели подтверждают возможность получения высоких урожаев сои в условиях 56º с.ш.
4. Выявлены шесть сортов с массой 1000 семян более 200 г, формирующих выполненные семена в регионе: Люмария, Акцент, Памяти Фадеева, Унга, Пруденс, Сентябринка, Апис.
5. Для производственного возделывания в южной части Волго-Вятского региона рекомендуются сорта Унга, Мерчен, Цивиль, Памяти Фадеева, Пруденс, Альфа. В селекции на адаптивность перспективно использование генотипов Унга, Мерчен, Пруденс, Акцент.

Список литературы

1. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О. Коллекция зернобобовых культур ВИР как источник исходного материала для современных селекционных программ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 177. – № 4. – С. 48-61.
2. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Ковтунова Н.А. Адаптивный потенциал сортов сои северного экотипа // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1(33). – С. 24-29.
3. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Батищева Н.М. Селекционная ценность сортов сои различного эколого-географического происхождения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6(80). – С. 78-82.
4. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф. Результаты и перспективы селекции сои в Чувашской Республике // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 4(65). – С. 29-33.
5. Иванова И.Ю. Изучение перспективных сортообразцов сои на фоне абиотических стрессовых факторов среды // ББК 40я431 П76. – 2025. – С. 72.
6. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Елисеев И.П., Иванова И.Ю. Перспективные селекционные линии сои северного экотипа для создания сортов кормового назначения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 203-210.

УДК 631.1.016

Манохин С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ АНТИКРИЗИСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В АПК

Аннотация. История социально-экономического развития многих, в том числе крупнейших стран мира свидетельствует о том, что им приходилось переживать глубокие спады производства, финансовые потрясения, массовую безработицу, острые социальные и политические конфликты. Одни страны с большим трудом и значительными издержками преодолевали трудности, вызванные прежде всего кризисами экономики, другие успешно справлялись с экономическими и социальными потрясениями и в довольно короткие сроки выводили свои экономические и социальные системы из острых кризисных состояний.

Ключевые слова: зарубежный опыт, банкротство, экономика, прибыль, антикризисное управление, эффективность, капитализм, изменения, аграрный сектор.

Высокоэффективный аграрный сектор - основа материального и социального благополучия общества, без которого невозможно его устойчивое развитие, своего рода гарант обеспечения и сохранения национальной безопасности страны. Поэтому неслучайно сельское хозяйство является приоритетной отраслью во всех развитых странах мира, в частности, таких как СП1Л, Франция, Германия, Великобритания, Италия, Япония. Канада, Новая Зеландия. Швеция, Финляндия. Уровень государственной поддержки в стоимости сельхозпродукции в них составляет 35-72%. США направляет из бюджета в агросферу от 60 до 80 млрд долл, ежегодно, а Россия -всего 10-12 млн руб., в расчете на гектар пашни в 70 раз меньше - 6 долл., в США - 40 долл. [6].

Положение экономики России в 90-е гг. XX в. нередко сравнивают с положением экономик США 30-х гг. (Великая депрессия) и экономики послевоенных 40-х гг. XX в. Германии и Японии. Таким образом, опыт, пути. методы и формы выхода из чрезвычайной, кризисной ситуации, найденные руководящими кругами этих стран, могут быть полезны для экономики России.

В конце 20-х и начале 30-х гг. XX столетия американская экономика находилась в глубочайшем кризисе. Низшая точка спада экономического развития зарегистрирована в 1933 г., когда ВНП уменьшился по сравнению е 1929 г. почти в два раза и составил 54% от докризисного уровня. В стране насчитывалось 17 миллионов безработных, закрылось свыше 3 тысяч банков. Финансовый кризис поверг в панику финансово-промышленных магнатов США. И ни один из представителей монополистического капитала не мог предложить никаких мер выхода из кризиса У. Липпман писал:«В минувшие пять лет промышленные и финансовые лидеры Америки были низвергнуты с высочайших позиций влияния и власти в глубокую пропасть».

На президентских выборах 1932 г. победу одержала Демократическая партия во главе с Ф.Д. Рузвельтом, предложившим стране серию реформ, известных как новый курс. Теоретическую основу нового курса составили воззрения английского экономиста Дж. М. Кейнса о необходимости государственного регулирования капиталистической экономики в сочетании с развитием рыночных отношений.

Экономическая ситуация в стране диктовала необходимость начать реформы с решения кредитно-финансовых проблем. Был запрещен экспорт золота, банки открывались только тогда, когда их финансовое состояние признавалось «здоровым».

Важным законом, способствующим выводу из экономического кризиса, стал закон о восстановлении промышленности. В соответствии с ним предпринимателям в каждой отрасли промышленности предлагалось добровольно объединиться и выработать кодексы честной конкуренции, которые, во-первых, устанавливали размер производства, во-вторых, определяли уровень заработной платы и продолжительность рабочего дня, в-третьих, распределяли рынки сбыта между отдельными конкурентами. Закон о восстановлении промышленности затронул и трудовые отношения.

Новый курс охватил также сферу аграрных отношений. В целях восстановления покупательной способности фермеров и поддержания цен на сельскохозяйственные продукты правительство предложило фермерам сокращать посевные площади и поголовье скота, но при этом гарантировало выплату процентов с фермерской задолженности на сумму не свыше 2 млрд долл.

В аграрной политике новый курс реализовался в законе 1938 г., который ввел концепцию всегда нормальной житницы. Концепция предлагала поддержание уровня цен осуществлять путем не уничтожения излишков продукции, а их сохранения, выплачивая фермерам аванс в счет еще не проданных сельхозпродуктов. Одновременно правительство проводило политику демпинга за границей при экспорте пшеницы и хлопка, поощряя фермеров выдачей ввозных премий. В результате применения мер, направленных на оздоровление аграрного сектора, процесс разорения ферм затормозился, ипотечная задолженность уменьшилась, денежные доходы фермеров, включая государственные премиальные платежи, выросли почти вдвое.

Оживление, начавшееся в американской экономике в 1933 г., сопровождаемое активной фискальной политикой администрации Рузвельта, способствовало резкому изменению структуры федеральных расходов: впервые за всю американскую историю в стране на уровне федерального правительства появился социальный бюджет. Налоговое бремя было возложено на крупный бизнес как истинного виновника Великой депрессии, а не на рядовых американских граждан [1].

В настоящее время в США реализация аграрной политики возложена на Федеральное министерство сельского хозяйства и аналогичные министерства штатов. При этом министерства сельского хозяйства штатов действуют независимо от Федерального министерства. Однако оно как составная часть федеральной администрации имеет в руках довольно мощные рычаги, позволяющие оказывать необходимое влияние на производство и потребление сельскохозяйственной продукции. Эго достигается тем, что Федеральное министерство располагает значительными финансовыми средствами для реализации различных общенациональных аграрных программ. Программы эти делятся на четыре группы:

- программы гарантированных цен устанавливают минимальную цену, по которой может быть продан товар. Товары, оставшиеся нераспроданными, приобретает государство;
- ограничение обрабатываемой площади направлено на то, чтобы повысить доход фермеров за счет уменьшения объема сельскохозяйственного производства. При этом фермерам, согласившимся сократить площадь, отводимую под возделывание той или иной сельскохозяйственной культуры, может гарантироваться минимальная цена за реально собранный им урожай;
- прямые выплаты представляют собой денежные платежи федерального правительства фермерам (например, когда цена продажи определенного товара падает ниже гарантированного уровня). Эти выплаты автоматически перечисляются на счет фермеров;
- импортные квоты ограничивают количество допускаемых на внутренний рынок товаров (в частности, сахара), произведенных за рубежом.

Все принимаемые в США федеральные программы обеспечиваются финансовыми средствами, позволяющими привлекать необходимые материальные и трудовые ресурсы для их исполнения. Участие в программах выгодно *и* для производителей, гак как благодаря им фермерские цены и доходы поддерживаются выше уровня свободного рынка.

Среди развитых стран Запада для России имеет особое значение опыт управления а1ропромышленным комплексом Франции: в этой стране наиболее рационально сочетаются централизованно-административные методы управления, государственное регулирование аграрного рынка с отлаженным рыночным механизмом. Аграрная политика Франции осуществляется на основе единой ценовой политики Европейского Союза, предоставления различных прямых дотаций и субсидий, льготного налогообложения и кредита. Приоритетными направлениями АПК являются поддержание его конкурентоспособности, создание оптимальных условий для дальнейшего расширения экспортных возможностей, внедрение достижений науки и техники.

С учетом глобализации мировой экономики и предполагаемым расширением единого европейского рынка Франция совместно со своими партнерами по ЕС завершила разработку проекта новой единой сельскохозяйственной политики Союза. Она предусматривает дальнейшее снижение закупочных цен (10-30%) на сельскохозяйственную продукцию и выплату прямой помощи (дотаций) непосредственно сельскохозяйственным производителям. Основой сельского хозяйства Франции

являются семейные фермы. За период с 1997 по 1999 г. в результате усиления процесса концентрации и специализации производства число фермерских хозяйств уменьшилось более, чем на 40%, а средний размер их по плошали сельскохозяйственных угодий увеличился с 19 до 39,1 га. Основными производителями товарной продукции являются крупные хозяйства, на долю которых приходится свыше 60% производства сельскохозяйственной продукции.

В производстве сельскохозяйственных продуктов прослеживается четкая региональная специализация с учетом природно-климатических условий, чем хорошо контролируется урожайность тех или иных культур.

Сельскохозяйственное производство во Франции эффективно, потому что управление им имеет хорошо организованна ю структуру, которая подкреплена продуманным аграрным законодательством. Его правовыми, экономическими, организационными, финансовыми аспектами занимается целый ряд государственных, смешанных и частных организаций [2].

Представляет определенный интерес и опыт Новой Зеландии - страны с самым низким уровнем поддержки агропродовольственного сектора. Новозеландский эксперимент уже на протяжении длительного времени обсуждается всей агроэкономической общественностью мира. Во второй половине 1970-х годов правительство Новой Зеландии проводило протекционистскую политику в защиту внутреннего производства, особенно обрабатывающей промышленности, были установлены жесткие количественные ограничения на импорт, процентная ставка взята под контроль, а обменный курс зафиксирован. Эта политика привела к росту' производственных издержек в сельском хозяйстве. В ответ на снижение доходов в сельскохозяйственной отрасли государство начало проводить политику компенсационных выплат фермерам. Постепенно стали увеличиваться затраты на протекционистскую политику, и к началу 1984 г. расходы на нее стали непосильными для бюджета страны. Государственный внешний долг значительно возрос. Для восстановления экономики Новой Зеландии была объявлена беспрецедентная программа реформ. В этой программе реформа аграрной политики была первоочередной.

В 1985 г. правительство Новой Зеландии отменило практически все меры государственной поддержки сельского хозяйства. Отмена субсидий привела к падению доходов фермерского сектора и росту безработицы в сельскохозяйственном производстве. В этом же направлении действовал рост процентной ставки по кредитам, которая была либерализована в ходе реформ. Ситуация усугублялась неблагоприятной конъюнктурой мирового рынка в этот период - падали цены на основные товары новозеландского агропродовольственного экспорта. Кроме того, с отменой субсидий стала падать стоимость земли, что ухудшало возможности кредитования для фермеров.

Однако фермеры быстро адаптировались к новой ситуации. Стали сокращаться расходы на покупные средства производства, начала расти производительность труда. Фермеры значительно улучшили свою техник) управления рисками и стали диверсифицировать свое производство. Цены на землю вновь стали расти.

Важную роль в преодолении кризиса сыграли фермерские объединения. Производители ряда продуктов объединились в советы (Boards), которые в значительной мере независимы от правительства.

Активная деятельность советов производителей позволила Новой Зеландии значительно увеличить экспорт агропродовольственной продукции после 1985 г., что в определенной степени способствовало отмене программ внутренней поддержки сельского хозяйства. Агропродовольственный экспорт с 1985 по 1989 г. вырос на 63%. Эти советы и в настоящее время играют существенную роль в организации экспорта.

Первоначально программами антикризисных реформ не предусматривалась государственная поддержка, но в процессе их проведения правительство приняло две программы помощи. Во-первых, была осуществлена масштабная реструктуризация фермерских долгов - около 20% их было списано. Во-вторых, правительство Новой Зеландии ввело программу помощи тем фермерам, кто переключался с аграрного производства на другие виды сельской деятельности (например, переработку), им предоставлялись разовые выплаты. Таким образом, новозеландский агропродовольственный сектор занял более сильные позиции на мировом рынке, повысилась его конкурентоспособность [2].

Антикризисный опыт Канады немаловажен, поскольку эта страна по своему агропродовольственному потенциалу и размерам близка России, к тому же на нее обычно ссылаются при международных сравнениях по аграрной политике. Продовольственная политика Канады формируется совместно федеральными и провинциальными правительствами, и около половины всех государственных затрат на аграрный сектор финансируется за счет бюджетов провинций.

Произведенное зерно подлежит продаже только через созданный 1935 г. Канадский пшеничный совет (Canadian Wheat Board), который и согласованию с федеральным правительством ежегодно устанавливает начальные цены, по которым закупает зерно у производителей. Если цена реализации пшеницы советом оказываются по итогам года ниже, чем начальные цены, уплаченные поставщикам зерна, то разница компенсируете: федеральным правительством.

Произведенные фермерами молоко, яйца и птица реализуются через: советы производителей. Для молока, идущего на переработку, правительственная Канадская комиссия по молочным продуктам устанавливает целевую цену, которая служит для определения разностных платежей производителям молока, выплачиваемых за счет федерального бюджета. Для поддержки производства молока, яиц и птицы в Канаде используются разностные платежи, квоты и импортные ограничения (импорт жидкого молока запрещен) [4].

Как и в Новой Зеландии, в Канаде к концу 1980-х гг. встал вопрос о сокращении уровня государственной поддержки агропродовольственного сектора из-за бюджетных ограничений.

В 1995 г. канадское правительство приняло программу сокращения уровня расходов на агропродовольственный сектор на 20%. Были отменены транспортные дотации на сельскохозяйственные продукты. Молочные субсидии в течение двух лет были уменьшены на 30%. Однако проведенные мероприятия не оказали существенного ухудшения положения сельскохозяйственных товаропроизводителей Канады.

Важное значение для агропродовольственного сектора страны сыграло подписание в 1995 г. Внутреннего торгового соглашения между многочисленными провинциями Канады об элиминировании всех межрегио-нальных «барьеров в торговле агропродовольственной продукцией.

Одновременно с сокращением поддержки цен канадское правительство в три раза увеличило расходы на экологические меры в сельском хозяйстве. что позволило улучшить качество производимой продукции, а также приняло программу сельского развития, направленную на адаптацию фермеров к сокращению уровня поддержки [3].

Интересна также модель социального рыночного хозяйства, разработанная теоретиками Германии в 30-е г. XX в. и примененная на ее территории дважды. Впервые она была использована в Западной Германии в 1945-1947 гг. ученым и политиком, министром экономики ФРГ Людвигом Эрхардом, которого заслуженно называют «архитектором германского чуда». Второй раз модель применялась в Восточной Германии в 1990 г.. Основные принципы модели социального рыночного хозяйства сформулированы руководителем фрайбургской школы Вальтером Ойкеном. К ним относятся приоритет частной собственности, конкуренция без монополии, свобода ценообразования, стабильность денежного обращения, экономическая самостоятельность предпринимателей, место и роль государства [4].

Положительную роль в преодолении кризиса в ФРГ сыграло индикативное планирование. Это не планы-прогнозы, планы-догадки, а очень эффективный в условиях ФРГ экономический, правовой и административный механизм воздействия на все сферы жизнедеятельности страны, в том числе и аграрную. Антикризисные реформы, разработанные и умело проведенные Л. Эрхардом, не имели бы успеха без активной поддержки общественности, без участия граждан в процессе принятия и реализации решений по социально-экономическим вопросам, без широкой опоры на разработки и рекомендации ученых своей страны. В соответствии с законом ФРГ был образован экспертный совет по перспективам экономического развития, который разрабатывал необходимые исходные положения для принятия правительством хозяйственно-политических решений.

Доктрина социального рыночного хозяйства, положенная в основу интеграционных процессов в Западной Европе, практикуется в США и Японии. В настоящее время в одной развитой капиталистической стране нет свободных рыночных цен, т.е. регулируемых только спросом и предложением [5].

В странах с развитой рыночной экономикой накоплен богатый опыт предотвращения и преодоления кризисных ситуаций на макро- и микроуровнях. посредством методологии. стратегии и тактики антикризисных реформ. Конечно, исторические и социально-экономические условия возникновения, развития различных типов кризисов в России и других странах но многим позициям не совпадают. Но это обстоятельство не умаляет необходимости тщательного изучения этого опыта и вдумчивою, творческого подхода к его реализации в процессе антикризисного управления как сельскохозяйственными предприятиями, так и АПК в целом. Данное положение нуждается в глубоком осмыслении, а главное - в практическом применении с учетом российских исторических и социально-экономических различий.

Проведенные нами исследования дают возможность констатировать, что экономические кризисы происходят при нарушении равновесия в развивающейся системе и характеризуются крайним обострением социально-экономических противоречий. Кризис в России, разразившийся в девяностых годах XX в., охватил все отрасли народного хозяйства, в том числе и аграрную, являющуюся наиболее важной для экономики страны. Самой злободневной проблемой, возникшей в кризисной ситуации АПК, стали неплатежи и восстановление финансовой устойчивости сельскохозяйственных предприятий. Неплатежеспособность - невозможность предприятия АПК погасить свои обязательства - проявляется в нарушении финансовых потоков, обеспечивающих производство и реализацию продукции. Причинами неплатежеспособности являются факторы, влияющие на снижение или недостаточный рост выручки от реализации и опережающий рост обязательств. Неплатежеспособность как нарушение финансового оборота отражается в дефиците оборотных активов, которые могут быть направлены на погашение обязательств.

Преодоление кризисов - управляемый процесс. Успех антикризисного управления зависит от своевременного распознавания кризиса и симптомов его наступления.

Целью оценки финансово-экономической деятельности при антикризисном управлении является выявление и устранение факторов, определяющих неплатежеспособность сельскохозяйственного предприятия.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1.Федеральный закон от 26.10.2002 N 127-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "О несостоятельности (банкротстве)" // "Собрание законодательства РФ", 28.10.2002, N 43, ст. 4190.
2.Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 N 95-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // "Собрание законодательства РФ", 29.07.2002, N 30, ст. 3012.
3.Банкротство и финансовое оздоровление субъектов экономики. Монография / под ред. А. Н. Ряховской. М.: Юрайт, 2023. 154 с.
4.Гузнов А. Г., Рождественская Т. Э. Регулирование, контроль и надзор на финансовом рынке в Российской Федерации. М.: Юрайт, 2024. 584 с.
5.Ершова И. В. Банкротство хозяйствующих субъектов. М.: Проспект, 2021. 336 с.
6.Григорян А.М., Нурмухаметов И.М., Смирнов А.А. Антикризисное управление/ Учебное пособие. Йошкар-Ола, 2025.723 с.

УДК 631.1.027

Манохин С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АНТИКРИЗИСНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В АПК РОССИИ

Аннотация. Кризисные явления в агропромышленном комплексе России стали закономерным следствием крупных просчетов в стратегии и тактике начатой в 1991 г. аграрной реформы. Поспешность, а зачастую и ошибочность выбора приоритетов в проведении аграрных преобразований привели к серьезным диспропорциям в АПК, глубокому спаду производства, потере большинством сельскохозяйственных товаропроизводителей финансовой устойчивости, ухудшению качества жизни сельского населения .

Ключевые слова: кризис, антикризисное управление, восстановление платежеспособности, критическая ситуация, законодательство, экономика, продовольственная безопасность, прогрессивные технологии, маркетинг

Упрощенное представление о реформировании агропромышленного производства привело к потере управляемости и организационно-отраслевого единства АПК. Для преодоления сложившейся критической обстановки необходим новый тип управления.

Понятие «управление» происходит от латинского слова «directione», которое в переводе означает «деятельность под руководством, служба в подчинении». В трактовке понятия управления можно выделить три подхода:

1. *Содержательный* - управление определяется как система отношений (аспектов), складывающихся в процессе производства;

2. *Структурно-функциональный* - управление трактуется как система функций и комплекс элементов - органы, кадры, техника управления. (Управление в данном подходе определяется как целенаправленное воздействие на коллективы людей для планирования, организации, контроля и координации их деятельности);

3. *Кибернетический (системный)* - рассматривает общие закономерности, присущие всем видам управления.

Эти подходы позволяют правильно рассматривать поставленные про-; блемы государственно-административного, финансово-экономического и правового регулирования АПК, анализируя их с разных точек зрения.

Ранее понятие «управление» рассматривалось только как деятельность. Кибернетический подход способствует обеспечению оптимального функционирования управлением системы. Управляемой может быть только та система, которая обладает наличием как прямых, гак и обратных связей [1]. Успешно развивающаяся система нуждается в отклонениях. Однако они не должны быть большими, а находиться в пределах гомеостатического диапазона, в котором система способна

осуществлять саморегулирование. Кризис в АПК породили слишком большие отклонения, которые вышли за пределы гомеостазиса [3].

Любые процессы, происходящие в организации, будь то государство, отрасль или предприятие, можно классифицировать на две группы: управляемые и неуправляемые. *Управляемые процессы* - это процессы, которые поддаются изменению в определенном направлении при сознательном воздействии на них. *Неуправляемые* - когда невозможно изменить по тем или иным причинам их направленность и характер.

К кризису может приводить «невидение» тех процессов, которыми можно управлять, которые надо направлять. Но в таком случае они превращаются в стихийные. Это и произошло в аграрном секторе экономики в нашей стране за период реформирования и преобразований, в результате которых сельскохозяйственные предприятия целых регионов оказались з очень непростой ситуации. Сложности аграрно-финансового состояния АПК повлекли за собой острейшую проблему - неплатежи. На решение этой задачи и должна быть направлена система мер, которая за рубежом называется «crisic-menegment», а в отечественной литературе - антикризисное управление [3].

Под антикризисным управлением понимается управление, в котором поставлено определенным образом предвидение опасности кризиса, анализ его симптомов, мер по снижению отрицательных последствий кризиса и использования его факторов для последующего развития.

Антикризисное управление невозможно без антикризисного регулирования. Антикризисное регулирование - это влияние на неплатежеспособное предприятие посредством мер организационно-экономического и нормативно-правового воздействия со стороны государства, направленных на защиту предприятий от кризисных ситуаций, предотвращение банкротства или ликвидацию в случае неэффективности его дальнейшего функционирования.

Возможность антикризисного управления определяется, прежде всего, человеческим фактором. Осознанная деятельность человека позволяет искать и находить пути выхода из критических ситуаций, концентрировать усилия на решении наиболее сложных проблем, использовать накопленный опыт преодоления кризисов, приспосабливаться к возникшим ситуациям [4]. Таким образом, по нашему мнению, АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АПК - система и совокупность внутренних и внешних мер по предотвращению опасности аграрного кризиса, а также его ликвидации в стадиях развития и обострения. В контексте проблемы неплатежей предприятий и организаций АПК из вышеуказанного определения можно вывести понятие антикризисного управления сельскохозяйственным предприятием.

С нашей точки зрения, АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ АПК - это система и совокупность способов по опережению и предотвращению неплатежеспособности и банкротства сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. Проблематика антикризисного управления АПК обширна и многообразна. Всю совокупность проблем можно представить четырьмя группами.

Первая группа включает проблемы распознавания предкризисных ситуаций. Своевременно увидеть наступление кризиса, обнаружить его первые признаки, понять его характер - чрезвычайно важная задача. От этого зависит предотвращение кризиса. Механизм предотвращения кризиса надо построить и запустить в действие, а это уже проблема управления.

По нашему мнению, вторая группа проблем антикризисного управления аграрно-продовольственным комплексом связана с ключевыми сферами жизнедеятельности организации. Это, прежде всего, методологические проблемы жизнедеятельности. В процессе их решения формулируются миссия и цель управления, определяются пути, средства и методы управления в условиях кризисной ситуации. Эта группа включает комплекс проблем финансово-экономического состояния отрасли или предприятия.

Проблематику антикризисного управления АПК можно представить и в дифференциации технологий управления (третья группа проблем), которая включает проблемы прогнозирования финансово-аграрных кризисов и вариантов поведения социально-экономической системы в кризисном состоянии, проблемы поиска необходимой информации и разработки управленческих решений. Также имеют большое значение и проблемы анализа и оценки кризисных ситуаций, проблемы поиска необходимой информации и разработки управленческих решений.

Четвертая группа проблем включает конфликтологию и селекцию персонала, которая всегда сопровождает кризисные ситуации. Важное значение в структуре антикризисного управления АЛК имеют инвестирование мер по выводу из финансово-аграрного кризиса, а также проблемы банкротства и санации сельскохозяйственных предприятий. Нельзя упускать из виду и маркетинг, сущность которого заключается в организации и управлении производственно-сбытовой деятельностью сельскохозяйственных предприятий на основе комплексного изучения рынка с целью получения прибыли путем удовлетворения всестороннего спроса потребителей при соблюдении интересов всех товаропроизводителей [2].

Антикризисное управление имеет предмет воздействия - проблемы и предполагаемые и реальные факторы кризиса, т.е. все проявления неумеренного совокупного обострения противоречий, вызывающих опасность крайнего проявления этого обострения, наступления кризиса

Любое управление в определенной мере должно быть антикризисным и тем более становиться антикризисным по мере вступления в полосу кризисного развития организации.

Суть антикризисного управления выражается в следующих положениях: кризисы можно предвидеть, ожидать и вызывать; кризисы в определенной мере можно ускорять, предварять, отодвигать; к кризисам можно и необходимо готовиться; кризисы можно смягчать; управление в условиях кризиса требует особых подходов, специальных знаний, опыта и искусства; кризисные процессы могут быть до определенного предела управляемыми: управление процессами выхода из кризиса способно ускорять эти процессы и минимизировать эти последствия.

Система антикризисного управления в АПК должна иметь следующие свойства:

- гибкость и адаптивность, которые присущи матричным системам управления;
- склонность к усилению неформального управления, мотивация энтузиазма, терпения, уверенности;
- диверсификация управления, поиск наиболее приемлемых типологических признаков эффективного управления в сложных ситуациях;
- снижение централизма для обеспечения своевременного ситуационного реагирования на возникающие проблемы;
- усиление интеграционных процессов, позволяющих концентрировать усилия и более эффективно использовать потенциал компетенции.

Антикризисное управление в АПК имеет и свои особенности в части технологии и процессов, такие как:

- мобильность и динамичность в использовании ресурсов, проведении изменений, реализации инновационных программ;
- осуществление программно-целевых подходов в технологиях разработки и реализации управленческих решений;
- повышенная чувствительность к фактору времени в процессах управления, осуществлению своевременных действий по динамике ситуаций;
-усиление внимания к предварительным и последующим оценкам управленческих решений и выбора альтернатив поведения и деятельности;
- использование антикризисного критерия качества решений при их разработке и реализации.

В механизме антикризисного управления АПК приоритеты должны отдаваться:

-О мотивированию, ориентированию на антикризисные меры, экономии ресурсов, не допущению ошибок, осторожности, глубокому анализу ситуаций и профессионализму;

-О установкам на оптимизм и уверенность, социально-психологическую стабильность деятельности;

-Интеграции по ценностям профессионализма;

-Инициативности в решении проблем и поиску наилучших вариантов развития;

- Квалифицированности и опытности;

-О корпоративности, взаимоприемлемое, поиску и поддержке инноваций.

Все это в совокупности должно найти отражение в стиле управления.

Существуют следующие стратегии антикризисного управления:

• предупреждения кризиса, подготовки к его появлению;
• выжидания зрелости кризиса для успешного решения проблем его преодоления;
• противодействия кризисным явлениям, замедления его процессов;
• стабилизации ситуаций посредством использования резервов, дополнительных ресурсов;
• рассчитанного риска;
• последовательного вывода из кризиса:
• поддерживания стабильного уровня функционирования;
• предвидения и создания условий устранения последствий кризиса.

Как показывают теория и практика, нарушение платежеспособности в современных условиях является следствием несоответствия стратегии предприятия изменениям во внешней среде. Еще 30 лет назад в практике управления предприятиями отсутствовали стратегические принципы. Только на стыке 60-70 гг. понятие «стратегическое управление» стало неотъемлемым элементом и теории, и практики менеджмента. Это вызвано, в первую очередь, изменениями внешней среды бизнеса [6].

По нашему мнению, стратегическое управление в АПК - это комплекс мер и методов воздействия на деятельность предприятия АПК и его структурные подразделения в соответствии с перспективным комплексным планом, благодаря которому осуществляется достижение основополагающих хозяйственных целей в перспективе.

Стратегия определяет зону возможных действий организации и предпринимаемых управленческих решений. Главная задача этой стратегии -перевод предприятия из настоящего в желаемое будущее состояние.

В системе стратегического планирования главное внимание уделяется анализу перспектив предприятия в условиях возможных реальных производственных ситуаций как в сфере политики, так и в сфере экономики.

Современная наука выделяет два основных направления развития стратегического управления. Первое, так называемое регулярное стратегическое управление, является дальнейшим логическим продолжением стратегического планирования и включает в себя две взаимодополняемые подсистемы: подсистем)' анализа и планирования стратегии и подсистему реализации стратегии. Суть этого направления - управление стратегическими возможностями предприятия. Данное направление разработано глубоко и полно, и, следовательно, более распространено [5].

Второе направление развития стратегического управления в реальном масштабе времени связано с решением неожиданно возникающих задач. Оно присуще тем отраслям, где изменение во внешней среде происходит часто и настолько непредсказуемо, что требует немедленной соответствующей реакции. В этой ситуации предприятие вынуждено практически одновременно уточнять стратегию и решать стратегические задачи. Это направление стратегического управления для экономики АПК весьма актуально в последнее десятилетие и находится в стадии становления [3]. Если это направление применить к кризисной ситуации в аграрном секторе экономики, то антикризисное управление целесообразнее именовать как стратегическое антикризисное управление.

Любую ситуацию, в которой предприятие АПК не успевает подготовиться к изменениям, можно считать кризисной. Чтобы этого не произошло, необходимо вовремя понять причины, по которым экономика предприятия оказалась в кризисе, и принять меры еще до внешнего проявления трудностей (финансовых сложностей). Исследования, проведенные рядом ученых на российских предприятиях, находящихся в кризисной ситуации, обнаружили комплекс причин, из-за которых предприятие попадает в кризис. Их можно разделить на две группы:

- *внешние причины,* которые не зависят от предприятия, или на которые предприятие может повлиять в незначительной степени;
- *внутренние причины* кризиса, которые возникли в результате деятельности самого предприятия.

Следовательно, выход из кризиса неплатежей аграрно-продовольственного комплекса связав с устранением причин, вызвавших его, а сам процесс планирования этого выхода можно назвать стратегией и тактикой в антикризисном управлении.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1.Федеральный закон от 26.10.2002 N 127-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "О несостоятельности (банкротстве)" // "Собрание законодательства РФ", 28.10.2002, N 43, ст. 4190.
2.Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 N 95-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // "Собрание законодательства РФ", 29.07.2002, N 30, ст. 3012.
3.Банкротство и финансовое оздоровление субъектов экономики. Монография / под ред. А. Н. Ряховской. М.: Юрайт, 2023. 154 с.
4.Гузнов А. Г., Рождественская Т. Э. Регулирование, контроль и надзор на финансовом рынке в Российской Федерации. М.: Юрайт, 2024. 584 с.
5.Ершова И.В. Банкротство хозяйствующих субъектов. М.: Проспект, 2021. 336 с.
6.Григорян А.М., Нурмухаметов И.М., Смирнов А.А. Антикризисное управление/ Учебное пособие. Йошкар-Ола, 2025.723 с.

УДК 631.1.027

Манохин С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ НЕПЛАТЕЖЕСПОСОБНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК РЕГИОНА

Аннотация. Налаживание рыночных отношений без мер по преодолению неплатежей и без восстановления нормального платежного оборота не имеет смысла, гак как ведет к преобладанию административных рычагов управления или к хаосу. Наиболее существенным результатом финансово-экономического кризиса является несостоятельность значительной части сельскохозяйственных предприятий и вызывающие этим тотальные неплатежи. Для того чтобы в регионе, как и по России в целом, сложились настоящие рыночные отношения, являющиеся высокоорганизованной, регулируемой и контролируемой системой производства, переработки и распределения материальных продуктов, необходимо, чтобы руководство каждого предприятия задумалось над тем. что оно является частицей общего антикризисного процесса, который может привести нашу страну к этому идеальному состоянию.

Ключевые слова: неплатежеспособность, финансовый кризис, банкротство, финансовое оздоровление, санация, рентабельность, оборотные активы, прибыль, экономическая эффективность

Поскольку факту возникновения неплатежей на предприятиях агропромышленного комплекса даются противоположные интерпретации, то в соответствии с этим предлагаются и различные рекомендации по выходу из кризиса.

В практике развитых стран мира выработано важное средство финансового оздоровления несостоятельных предприятий - бизнес-план. Поэтому его необходимо применять как антикризисную .меру в нашей реальной действительности. которая характеризуется огромными неплатежами, начиная с государства. С учетом нынешнего финансово-экономического состояния большинства регионов России, а также специфики сельскохозяйственной отрасли для решения проблемы неплатежей и оптимизации деятельности АПК в целом рекомендована следующая модель внедрения и реализации бизнес-планирования на предприятиях и в организациях.

По нашему мнению, бизнес-план в АПК региона - это вид индикативного рыночного планирования, основанный на индивидуальном видении предприятием регионального АПК методов и средств решения, стоящих перед ним задач, позволяющий значительно улучшить его финансово-экономическое положение и наметить дальнейшие меры устойчивого хозяйствования.

Бизнес-план позволит сельскохозяйственным предприятиям АПК региона сформулировать такие формы и методы внутрифирменного планирования, которые обеспечат им максимальную эффективность принимаемых решений в процессе антикризисного управления, а также поможет предупредить возможные просчеты и непроизводительные расходы, выявить источники дополнительных средств, Целями бизнес-планирования являются: определение стратегии развития, получение государственной поддержки. санация, осуществление инвестиционных инновационных проемов. от дельных программ, привлечение партнеров но бизнесу.

На основе проведенных исследований нами сделан вывод, что сельскохозяйственные предприятия только начинают осваивать рыночные отношения и пока не имеют достаточных навыков планирования в новых условиях . Между тем разработка бизнес-планов должна стать общепринятой нормой функционирования любого хозяйствующего субъекта, независимо от его финансового положения и стабильности. Основой бизнес-плана являются финансово-экономические аспекты развития предприятия. Научно-технические и социальные вопросы разрабатываются менее детально и соподчиняются эффективному' достижению конечных финансово-экономических показателей.

При разработке бизнес-плана целесообразно поставить следующие задачи:

- сформулировать долговременные и краткосрочные цели предприятия;
- определить конкретные направления деятельности предприятия:
- спланировать хозяйственную деятельность предприятия на ближайший и отдаленный периоды в соответствии с потребностями рынка и возможностями получения необходимых финансовых ресурсов;
- выбрать состав и определить показатели объема продаж товаров и услуг, предлагаемых предприятием АПК потребителям;
- оценить производственные и торговые издержки по их созданию и реализации;
- разработать комплекс процедур изменения маркетинговой политики предприятия АПК для прироста выручки за счет поиска новых рынков сбыта, создания дистрибьюторской сети и агрессивной рекламы конкурентных преимуществ продукции;
- разработать мероприятия по снижению издержек производства, сокращению дебиторской задолженности;
- провести инвентаризацию имущества и продаж}- свободных активов, технологического оборудования и незавершенного строительства;
- определить направления совершенствования системы организации и оплаты труда, ориентированные на снижение издержек.

Для успешного выполнения поставленных задач бизнес-план должен: раскрыть возможности проекта; разъяснить, как реализовать эти возможности: продемонстрировать компетентность предпринимателя или руководи! едя предприятия, достаточную для успешного выполнения проекта: раскрыть коммерческую привлекательность проекта для инвестора и дать оценку изменений финансовой деятельности своего предприятия.

В бизнес-плане не только раз меняются цели, но и указываются основные этапы по их достижению [4]. В плане финансового оздоровления сельскохозяйственного предприятия важно провести прогнозирование финансовых результатов:

1. Выручка от реализации продукции определяется на основе про-гнозных объемов продаж но годам и прогнозных, цен на единицу продукции.
2. Прогнозирование учитывает результаты маркетинговых исследований - рассматривания ожидаемый ежегодный прирост производства в связан с возможностями предприятия АПК. Оценка

прироста производства исходит из анализа перспектив развития отрасли и ретроспективных тенденций развития предприятия АПК.

3. Оценка ежегодного роста цен на продукцию предприятия АПК основывается на макроэкономических и отраслевых исследованиях, а также на данных о росте цен в прошлые годы.

Путем сопоставления рассчитанной на проект финансового оздоровления необходимости в дополнительных инвестициях и источниках финансирования (покрытия) этой потребности определяется размер государственной финансовой поддержки.

На основе производственной программы, рассчитанной в составе плана финансового оздоровления, и прогнозов финансовых результатов деятельности формируется модель дисконтированных денежных потоков.

При оценке эффективности вложений в предприятие АПК следует учитывать, что получаемые денежные потоки являются результатом функционирования не только выделенных средств государственной финансовой поддержки, но и всех ранее вложенных инвестиционных ресурсов, величина которых определяется по балансу предприятия на последнюю отчетную дату.

При оценке рисков предприятия АПК приводятся пути по их уменьшению. виды страхования, определяются возможные способы возмещения потерь.

Предложенная методика составления бизнес-плана финансового оздоровления предприятий и организаций аграрно-продовольственного комплекса региона поможет существенно улучшить их финансово-экономическое состояние, тем самым предотвратив серьезнейшую проблему настоящего времени – банкротство.

Для вывода предприятия АПК из неплатежеспособного состояния необходимо определить основные направления развития производства и разработать комплексный план первоочередных мероприятий по совершенствованию производственно-технологического и организационно-экономического механизма хозяйствования. Особое внимание в нем следует уделить структуре производства и организации управления сельскохозяйственным предприятием, снижению издержек производства и повышению производительности труда, рациональной ор1анизации труда, сокращению затрат на управление и других непроизводственных расходов, повышению трудовой и технологической дисциплины, установлению тесной связи оплаты труда с его конечными результатами, адаптации к условиям рынка.

Если кризисное состояние на предприятии АПК рассматривается как временное явление, то для продолжения функционирования необходимо предусмотреть его финансовую поддержку для устранения неплатежеспособности. Это может быть санация предприятия, направленная на реорганизацию долга (без изменения статуса юридического лица) в виде:

- погашения *долга предприятия за счет средств бюджета.* В такой форме санируются только государственные предприятия. Различный правовой статус колхозов и совхозов, как хозяйствующих субъектов, определяется тем, что совхоз - это государственное предприятие, а колхоз - кооперативное (общественное) формирование. Из этого вытекает характер их финансирования. В бытность Советского государства в отношении колхозов действовал принцип погашения (списания) их задолженности перед государством, который применялся в отношении нерентабельных хозяйств (хотя, конечно, он породил институт иждивенчества). Учитывая современное положение с финансированием сельского хозяйства, в разумных пределах целесообразно сохранить его и в нынешних условиях, поскольку это дало бы возможность стабилизации финансово-хозяйственной деятельности колхозов;
- погашения *долга предприятия за счет целевого банковского кредита.* Мотивация коммерческих банков в этом случае может быть основана на введении для них льготного налогообложения, если они будут кредитовать предприятия АПК. Такая форма санации коммерческим банком должна осуществляться после тщательного аудита деятельности сельскохозяйственного предприятия:
- переводи *долга на другое юридическое лицо.* Таким юридическим лицом может быть любое предприятие, осуществляющее предпринимательскую деятельность, которое пожелало принять участие в санации неплатежеспособного предприятия АПК.

В случае, когда внутренние резервы хозяйства и возможность оказания финансовой поддержки недостаточны для восстановления его платежеспособности, по нашему мнению, целесообразно применение реорганизации предприятия. Это требует осуществления ряда реорганизационных процедур, связанных со сменой формы собственности, организационно правовой формы деятельности неплатежеспособного предприятия. В соот-ВС1СГВИИ с Гражданским кодексом Российской Федерации реорганизация юридического лица может быть осуществлена в форме слияния,- присоединения. разделения, выделения или преобразования.

Процесс реорганизации санируемых предприятий требует предварительной совместной разработки плана санации представителями санатора, предприятия должника и независимых аудиторов. В этом проекте необходимо отразить экономическое и финансовое состояние предприятия АПК к началу санации; основные причины, обусловившие критическое финансовое состояние; цель и формы санации; план санирования с выделением первоочередных мероприятий по финансовому

оздоровлению предприятия; формулировку критериев (условий), обеспечивающих успех проведения санации в предложенной форме.

Выбор какой-либо формы санации должен базироваться на расчете ее финансово-экономической эффективности. Она определяется путем соотнесения результатов (эффекта) и затрат на проведение санации предприятия.

Необходимо отметить, что. прежде всего, у руководства самих неплатежеспособных предприятий должно найтись мужество для принятия решений по их спасению, что явится важной предпосылкой реализации концепции санации. Руководящему' персоналу должно быть ясно: *или* дальнейшие потери имущества предприятия и банкротство вследствие нерешительности при проведении реорганизации, *или* решительные меры по спасению предприятия.

Всем перечисленным выше вариантам структурных преобразований обязательно должно предшествовать четкое юридическое урегулирование прав собственности.

Для снятия остроты проблемы неплатежей предприятий АПК можно предложить самый распространенный вид реорганизации - присоединение к более сильным хозяйствам или интеграцию с предприятиями других отраслей. В этом случае объединяются усилия и имеющийся потенциал неплатежеспособного предприятия АПК. Диверсификация и долгосрочные договорные отношения с предприятиями других отраслей (посредством поставки продовольствия, продажи сельскохозяйственного сырья) также позволят улучшить материально-финансовый базис. В качестве одного из вариантов может быть осуществлена кооперация со специализированными индустриально организованными животноводческими предприятиями (поставка зерна для производства кормов).

Положительные результаты могут быть достигнуты при разделении крупного сельскохозяйственного предприятия на мелкие структурные бизнес-единицы. но более жизнеспособные. Благодаря уменьшению предприятий повышаются их управляемость и заинтересованность работников. Реорганизация неплатежеспособных хозяйств путем разделения на несколько юридических лиц уже достаточно апробирована в Республике Марий Эл [6]. В других регионах страны также есть смысл применять такой вид реорганизации. учитывая опыт и творчески его адаптировав к региональным особенностям. Желательно, чтобы реформирование осуществлялось путем реорганизации не в акционерные общества или товарищества, а в сельскохозяйственные кооперативы. При разделении к вновь возникшим юридическим лицам права и обязанности (в том числе по долгам разделенного хозяйства) переходят в соответствии с разделительным балансом. В связи с этим желательны различные организационно-финансовые меры по сокращению долгов бывшего хозяйства, переходящих к вновь организуемым сельхозпредприятиям.

Для эффективного реструктурирования необходимы следующие обязательные мероприятия:

- гарантирование поддержки и методическая помощь со стороны региональных властей;
- реализация плана оптимизации производства и агромаркетинга с целью достижения рентабельности;
- сокращение излишней рабочей силы, недостаточно квалифицированных и недисциплинированных работников;
- внедрение внутрихозяйственного расчета и стимулирующей системы оплаты труда:
- контроль за осуществлением программы реструктурирования и сопровождающее консультирование.

Чтобы разорвать замкнутый крут неплатежеспособности, предприятию необходимо создать себе пространство для маневрирования. Определенные возможности заключаются в продаже части имущества и сдаче в аренду неиспользуемых объектов, в полной продаже продукции населению и в получении кредитов. После установления надлежащей дисциплины хранения и использования ресурсов дальнейшее снижение затрат будет значительным. Следует уделить особое внимание расширению сбыта продукции и повышению ее качества.

Не менее важно вывести многих работников из их «летаргического» состояния, вдохнуть веру в собственные силы. Эта задача довольно трудная. гак как такие мероприятия, как сокращение численности занятых, снижение заработной платы для улучшения ликвидности, ужесточение трудовой и технологической дисциплины, утяжеляют морально-психологический климат, его социальную нагрузку на работников. Если руководству предприятия удастся убедить работников в серьезности своих намерений, в перспективности выхода из кризиса, у них появится готовность к переменам.

При выделении из состава неплатежеспособного предприятия АПК одного или нескольких новых предприятий желательно, чтобы отделялись наиболее жизнеспособные подразделения или структуры бывшего хозяйства с возможной степенью освобождения их от бремени долгов.

Возможен и самороспуск сельскохозяйственного предприятия. При этой форме ликвидации. которая ведет к развитию мелких предприятий на базе личных подсобных хозяйств населения, следует, прежде всего, обратить внимание на то, чтобы для реформированных хозяйств сохранялась возможность использования предприятия производственной и социальной инфраструктуры, выделившегося в самостоятельное. Например, сельскохозяйственное предприятие ликвидируется, и на основе частной собственности на землю и имущество образуется комбинированная форма

хозяйствования. При этом сохраняется двор механизации с мастерскими. На их базе наиболее деловые механизаторы создают кооператив по коллективной обработке почвы, возделыванию сельскохозяйственных культур. Кооператив арендует у населения землю и необходимые средства производства. Скот содержится только у населения: в личных подсобных хозяйствах или в самостоятельных крестьянских (фермерских) хозяйствах. На базе цехов по переработке сельскохозяйственной продукции создаются кооперативы личных подсобных и крестьянских хозяйств. Корма и другую сельскохозяйственную продукцию кооператив поставляет населению в форме арендной платы за работу в кооперативе или продает. Кооператив организует закупку сельскохозяйственной продукции у населения. Указанная модель реформирования применяется в Тюменской области [5].

Для разработки и реализации на региональном уровне программ санирования и реструктуризации предприятий, имеющих шансы на восстановление рентабельности, необходимыми государственными мерами, которые следует осуществить в течение ближайших двух-трех лет, по нашему мнению, должны быть:

1. Переориентация макроэкономической политики на приоритетное развитие отечественного реальною сектора экономики, поэтапная ликвидация государственной задолженности предприятиям и вытеснение денежных суррогатов (бартер, взаиморасчеты) из оборота;
2. Фиксация определенной доли в расходах государственного бюджета. идущей на поддержку аграрно-продовольственного комплекса, в качестве нижней границы поддержки;
3. Концентрация средств поддержки, в том числе льготных кредитов, на тех производственных направлениях, отраслях и предприятиях, которые способны в относительно короткие сроки (1-2 года) стать рентабельными (в первую очередь к ним относятся мясное и яичное птицеводство, промышленное свиноводство), следует разработать конкурсные инвестиционные программы:
4. Создание системы поддержки минимального уровня доходов товаропроизводителей в относительно неблагоприятных ситуациях путем прямых платежей на гектар посева и голову скота при условии достижения установленных границ урожайности и продуктивности;
5. Поддержка программ добровольной агропромышленной интеграции и кооперации сельхозпредприятий;
6. «Расчистка» доступа сельскохозяйственных предприятий к рынкам крупных городов как путем антикриминальных мер, так и путем развития рыночной, в том числе информационной, инфраструктуры;
7. Денежное, а не товарное авансирование производителей сельхозпродукции при закупках в федеральные и региональные продовольственные фонды, своевременная и полная оплата закупок. использование этих закупок в качестве элемента системы регулирования цен;
8, Мониторинг платежеспособности всех крупных сельскохозяйственных предприятиях.

Указанные меры финансового оздоровления предприятий АПК региона могут реализованы при дополнительной проработке законодательства о несостоятельности предприятий, которое необходимо совершенствовать с обязательным отраслевым подразделением, так как устойчивость сельского хозяйства способствует стабильности экономики в целом. Активное участие при этом должно принимать агентство межрегионального территориального органа Федеральной службы России по делам о несостоятельности и финансовому оздоровлению предприятий совместно с региональными законодательными органами власти, чем действительно будет реализовываться санация посредством антикризисного регулирования.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1.Федеральный закон от 26.10.2002 N 127-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "О несостоятельности (банкротстве)" // "Собрание законодательства РФ", 28.10.2002, N 43, ст. 4190.
2.Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 N 95-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // "Собрание законодательства РФ", 29.07.2002, N 30, ст. 3012.
3.Банкротство и финансовое оздоровление субъектов экономики. Монография / под ред. А. Н. Ряховской. М.: Юрайт, 2023. 154 с.
4.Гузнов А. Г., Рождественская Т. Э. Регулирование, контроль и надзор на финансовом рынке в Российской Федерации. М.: Юрайт, 2024. 584 с.
5.Ершова И. В. Банкротство хозяйствующих субъектов. М.: Проспект, 2021. 336 с.
6.Григорян А.М., Нурмухаметов И.М., Смирнов А.А. Антикризисное управление/ Учебное пособие. Йошкар-Ола, 2025.723 с.

УДК 33/330.3

Мадоян Э.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СОЦИАЛЬНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ: НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГАЗОТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. рассматриваются особенности реализации социальной газификации в Республике Марий Эл, ее расширение на сектор садовых некоммерческих товариществ: доставка газа до участков, нормативное обеспечение доставки газа, региональная газовая компания, социально-экономический эффект от догазификации сельских территорий

Ключевые слова: газификация, газоснабжение, газовые сети на сельских территориях, региональные газовые компании, социально-экономический эффект, программа социальной газификации, региональная поддержка

Актуальность темы обусловлена тем, что газовая отрасль имеет важное значение в развитии российской экономики: экспорт топлива приносит доходы в бюджет государства; высокий уровень газификации внутри страны позволяет производить относительно дешёвую электроэнергию, обеспечивая масштабный мультипликативный экономический эффект; в значительной степени обеспечивает национальную и глобальную энергетическую безопасность; напрямую создает благоприятные условия для экономического роста и, при этом, влияет на решение социальных проблем. [1].

В области жизнедеятельности газ, в основном, используется для производства тепла и электроэнергии, поэтому его потребление имеет ярко выраженный социальный характер.

По поручению Президента Российской Федерации В.В. Путина в 2021 году создана Программа социальной газификации, правила реализации которой определены в Постановлении Правительства РФ №1547 от 13.09.2021. Цель программы — бесплатное подключение к газовым сетям частных домов, расположенных в населенных пунктах, расположенных в сельской местности где уже есть газ, — поэтому ее также называют программой догазификации.

С 17 апреля 2024 года программа социальной газификации стала распространяться на садоводческие некоммерческие товарищества (СНТ). Бесплатно провести газ к участку смогут россияне, чьи домовладения располагаются на территории СНТ в населенном пункте где уже есть газификация. До этого таким правом могли воспользоваться только владельцы частных домов в газифицированных населенных пунктах. В садовых товариществах газопровод протягивали только до границ СНТ, теперь будут доводить непосредственно до участков граждан. [5]. Количество СНТ, подпадающих под программу социальной газификации, составляет 22 тыс. В них находятся около 1,5 млн негазифицированных домов.

Газификация СНТ – это стратегическое решение, затрагивающее огромное количество людей, так как обеспечение газоснабжением домов позволит значительно повысить качество жизни населения. Республика Марий Эл также вошла в число субъектов на территории которых началась деятельность по газификации. В соответствии с Посланием Президента Российской Федерации В.В. Путина Федеральному Собранию в Республике Марий Эл действует Постановление от 29 сентября 2022 года № 417 «Об утверждении республиканской программы "Газификация и газоснабжение в Республике Марий Эл" (с изменениями на 21 мая 2025 года) (Далее Программа).

Целью Программы является обеспечение надежного газоснабжения потребителей в Республике Марий Эл и повышение уровня газификации на территории Республики Марий Эл.

Задачи Программы:

- строительство газотранспортной и газораспределительной инфраструктуры на территории Республики Марий Эл;
- перевод промышленных организаций, объектов коммунальной инфраструктуры на газ;
- увеличение доли населения Республики Марий Эл, использующего газ в быту.

Целевые показатели Программы:

- прирост потребления природного газа в год;
- строительство объектов магистрального транспорта;
- строительство газопроводов-отводов;
- строительство газораспределительных станций;
- реконструкция объектов транспорта природного газа (газораспределительных станций);
- строительство межпоселковых газопроводов;
- строительство внутрипоселковых газопроводов;
- уровень газификации населения;

- уровень потенциальной газификации населения;
- газификация потребителей природным газом,
в том числе:
-количество населенных пунктов;
- количество квартир (домовладений);
- уровень газификации населения природным газом;
- перевод котельных на природный газ;
- газификация потребителей сжиженным углеводородным газом,
в том числе:
- количество населенных пунктов;
- количество квартир (домовладений);
- уровень газификации населения сжиженным углеводородным газом;
- перевод котельных на сжиженный углеводородный газ;
- газификация потребителей сжиженным природным газом,
в том числе:
- количество населенных пунктов;
- количество квартир (домовладений);
- уровень газификации населения сжиженным природным газом;
- строительство комплексов производства сжиженного природного газа;
- перевод котельных на сжиженный природный газ;
- перевод на природный газ автотранспортной техники;
- строительство автомобильных газовых наполнительных компрессорных станций;
- строительство криогенных автозаправочных станций;
- количество бесхозяйных объектов газораспределения, в том числе объектов, планируемых к регистрации права собственности на них в установленном газораспределительной организацией порядке. [2].

В Республике Марий Эл функционирует единая газовая компания группы "Газпром межрегионгаз", основная цель деятельности которой заключается в создании максимально простой и эффективной модели взаимодействия с потребителями газа, решения всех вопросов, связанных с заключением договоров, технического присоединения, поставок и распределения газа, а также сервисного обслуживания. Ключевые задачи региональных газовых компаний (РГК) включают в себя поставки сетевого топлива и сбор платежей за газ. Газораспределительные организации (ГРО), в свою очередь, отвечают за строительство и обслуживание газовой инфраструктуры, её реконструкцию и транспортировку топлива. [3].

В рамках необходимых мероприятий для обеспечения догазификации на регулярной основе проводится инвентаризация газифицированных населенных пунктов на предмет наличия газифицированных домовладений, в том числе домовладений, расположенных на территории садовых некоммерческих товариществ. Проводится сбор заявок от собственников о намерении присоединиться к сетям газоснабжения с указанием уровня их готовности к потреблению газа. Также по результатам инвентаризации определяются объемы капитальных вложений по строительству и реконструкции газораспределительных сетей в разрезе населенных пунктов, источники финансирования, актуализируются планы-графики.

В 2025 году по результатам инвентаризации негазифицированных домовладений, находящихся на территории садовых некоммерческих товариществ и расположенных в границах газифицированных населенных пунктов республики, выявлено 354 домовладений в 14 садоводческих товариществах.

В настоящее время в республике в мероприятия Программы вошли такие садоводческие товарищества, как: г. Йошкар-Ола - СНТ «Коммунальник», СНТ «Мичуринец», СНТ «Надежда», «СНТ «Милосердие», СНТ «Сидорово»; СНТ «Мир»; г. Волжск - СНТ «Дачник», СНТ «МБК-1», «МБК-2», СНТ «Строитель», СНТ «Луговое», СНТ «Волгарь»; пгт Сернур - СНТ «Мир»; пгт Сурок - СТ «Заозерное»; пгт Оршанка - СТ «Природа», а также садоводческие товарищества Звениговского района и др.

Но, надо отметить, что для участия в Программе для садоводческих некоммерческих товариществ есть конкретные ограничения: во-первых, участки должны быть зарегистрированы; во-вторых, дома должны быть пригодны для проживания; в-третьих, решение о газификации должно быть принято общим собранием и документально оформлено.

В республике на конец 2025 года для участия в программе догазификации СНТ в Республике Марий Эл поступило 303 заявки, из них 276 заявок принято в работу, заключено 274 договора, исполнено проведение газа до границ участка 131 заявка, выполнено 61 подключение.

Всего за период реализации Программы от жителей Марий Эл на догазификацию поступило 12 тысяч заявок. Выполнено 9 472 подключений. Газопроводы до границ участков построены для 10 500 домовладений в 658 населенных пунктах.

Объем подключений по программе социальной газификации в Республике Марий Эл на 1 января 2026 года составляет 88%. При этом процентное значение подключений в среднем по России равно 69%. [4].

Важно отметить, что в ходе реализации Программы для граждан в ней участвующих предусмотрены и меры региональной поддержки, к которым относятся:

- субсидирование части процентной ставки по кредитам, привлекаемым гражданами на газификацию жилья;

- льготным категориям граждан предусмотрена субсидия на покупку и установку газоиспользующего оборудования и проведение работ внутри границ их земельных участков в рамках реализации мероприятий по осуществлению подключения (технологического присоединения) газоиспользующего оборудования и объектов капитального строительства к газораспределительным сетям при догазификации.

Подводя итог вышесказанному можно заключить, что социальная газификация является фактором, обусловливающим совершенствование системы развития сельских территорий. Люди будут активнее переезжать за город, на свою землю, строить успешные модели загородной жизни, так как есть возможность работать удаленно/он-лайн и получать доход. Вследствие этого дачи будут превращаться из маленьких деревянных или щитовых домиков в постоянное, комфортное жилье, что послужит толчком для изменения рынка недвижимости. А это уже комплексное развитие. Местные муниципалитеты пополнятся новыми жителями, которым будут необходимы магазины, бытовые услуги. Появятся предпосылки развития малого бизнеса и предпринимательства.

Эффект от реализации Программы в Республике Марий Эл выразится в таких показателях, как:

- увеличение протяженности газовых сетей;

- уровень газификация природным газом жилых домов.

- социально-экономический эффект: повышение уровня жизни населения, усиление надежности теплоснабжения жилых помещений при значительном сокращении затрат потребителей на приобретение других видов энергоносителей;

- сокращение затрат на отопление и горячее водоснабжение жилья, а также уменьшение количества времени, затрачиваемого на приготовление пищи при использовании газа, по сравнению с использованием других видов топлива;

- обеспечение развития инженерной инфраструктуры, повышающего уровень инвестиционной привлекательности региона и увеличение налоговых поступлений в бюджеты разных уровней;

- улучшение экологической ситуации в республике: в результате перехода от использования традиционных видов топлива на газообразное сократится объем твердых выбросов в окружающую природную среду.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

Эксперт объяснил, как газовая отрасль развивает экономику России. Парламентская газета. https://www.pnp.ru/economics/ekspert-obyasnil-kak-gazovaya-otrasl-razvivaet-ekonomiku-rossii.html.
Постановление от 29 сентября 2022 года N 417 «Об утверждении республиканской программы "Газификация и газоснабжение в Республике Марий Эл" и о признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Республики Марий Эл (с изменениями на 21 мая 2025 года)». - https://docs.cntd.ru/document/406255299.
https://investfuture.ru/articles/gazprom-zapuskaet-reorganizatsiyu-gazovykh-aktivov-v-mariy-el-EB05114A5731359C43258D5B0029D545.
Уровень газификации в Марий Эл превысил 80%. - https://www.kommersant.ru/doc/7564315.
Постановление от 29 сентября 2022 года N 417 «Об утверждении республиканской программы "Газификация и газоснабжение в Республике Марий Эл" и о признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Республики Марий Эл (с изменениями на 21 мая 2025 года)». - https://docs.cntd.ru/document/406255299.
Бесплатная газификация участка: как провести газ по новым правилам. https://realty.rbc.ru/news/614994689a7947e36575ef89?from=.
https://realty.rbc.ru/news/614994689a7947e36575ef89?from=copy.

УДК 338.121

Мадоян Э.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ РЕГИОНА

Аннотация. Газификация сельских территорий имеет важное значение для развития социальной инфраструктуры села. Оно оказывает большое влияние на развитие находящихся отраслей народного хозяйства на селе, снижение себестоимости произведенной продукции и повышению благосостояния жителей сельской местности. Поэтому, дальнейшее развитие газоснабжения является приоритетной для всех ветвей власти сельских территорий.

Ключевые слова: газоснабжение, газификация, сельское поселение, территория, газораспределение, энергоносители, межрегионгаз, эффективность, природный газ, муниципальные образования.

В природно-климатических условиях Республики Марий Эл расходы на отопление и горячее водоснабжение объектов социальной сферы и жилищно-коммунального хозяйства составляют значительную долю расходов республиканского бюджета Республики Марий Эл, бюджетов муниципальных образований в Республике Марий Эл. Расходы на энергоснабжение оказывают существенное влияние на себестоимость продукции, производимой промышленными организациями, осуществляющими свою деятельность в Республике Марий Эл.

При существующем соотношении цен на энергоносители применение природного газа по сравнению с другими видами топлива позволяет сократить текущие расходы на энергоресурсы по меньшей мере на одну треть и представляется наиболее эффективным способом устранения дефицита энергоресурсов[4].

Газораспределительной организацией на территории Республики Марий Эл является общество с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола". В задачи газораспределительной организации входит транспорт природного газа до конечного потребителя, реализация сжатого и сжиженного газа, управление режимами газопроводов, техническое обслуживание газопроводов и газового оборудования, строительно-монтажные работы.

Договорные поставки газа всем категориям потребителей, учет газопотребления и сбор денежных средств осуществляет общество с ограниченной ответственностью "Газпром межрегионгаз Йошкар-Ола". Газ поступает во все городские округа и 12 муниципальных районов в Республике Марий Эл.

Система газоснабжения Республики Марий Эл находится в зоне эксплуатационной ответственности общества с ограниченной ответственностью "Газпром трансгаз Нижний Новгород".

Газоснабжение потребителей Республики Марий Эл осуществляется по 9 магистральным газопроводам, 1 региональному газопроводу и 24 газопроводам-отводам.

Общая протяженность газопроводов на территории Республики Марий Эл по состоянию на 1 января 2024 г. составляет 7 059,24 км.

Мероприятия по подготовке сельского населения региона к использованию природного газа

Мероприятия по подготовке населения к использованию газа включают в себя информирование населения обо всех видах деятельности по газификации объектов:

-о строительстве (реконструкции) межпоселковых газопроводов и внутрипоселковых (распределительных) газопроводов в Республике Марий Эл, сроках строительства, источниках и прогнозируемых объемах финансирования строительства (реконструкции) объектов, указанных в разделе II* настоящей Программы;

-о порядке и условиях подключения объектов к сетям газораспределения, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 2021 г. N 1547 "Об утверждении Правил подключения (технологического присоединения) газоиспользующего оборудования и объектов капитального строительства к сетям газораспределения и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации".

Работы осуществляются обществом с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола", которое в установленном законом порядке принимает участие в информировании населения путем размещения информации на официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (https://marigaz.ru).

Органами исполнительной власти Республики Марий Эл и органами местного самоуправления в Республике Марий Эл в газифицированных населенных пунктах на постоянной основе проводится активная работа по информированию населения о порядке, критериях и условиях осуществления без привлечения средств населения мероприятий по подводке газа до границ негазифицированных

домовладений, расположенных вблизи от внутрипоселковых газопроводов, а также негазифицированных домовладений, находящихся внутри границ территорий садоводств в границах газифицированных населенных пунктов. Вышеуказанная информация размещается на официальных сайтах муниципальных образований в Республике Марий Эл, в социальных сетях, средствах массовой информации, а также на информационных стендах сельских поселений. В целях разъяснения порядка догазификации без привлечения денежных средств населения до границ негазифицированных домовладений проводятся встречи с населением и рабочие совещания с главами администраций городских и сельских поселений в Республике Марий Эл.

Заявитель вправе представлять заявку на технологическое присоединение газоиспользующего оборудования к сетям газораспределения одним из способов:

-в 17 пунктах подачи заявок: единые клиентские центры газовых компаний общества с ограниченной ответственностью "Газпром межрегионгаз Йошкар-Ола" и общества с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола", абонентские пункты, производственные участки;

-в одном мобильном офисе;

-в 73 подразделениях многофункциональных центров "Мои документы" Республики Марий Эл;

-в федеральной государственной информационной системе "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)";

-на официальном портале единого оператора газификации (www.connectgas.ru) или в личном кабинете на сайте общества с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола" (www.marigaz.ru).

Земельные участки для размещения объектов, используемых для обеспечения населения газом, выделяются в установленном законом порядке органами местного самоуправления в Республике Марий Эл в заявительном порядке.

Схемы расположения объектов газоснабжения муниципальных образований в Республике Марий Эл размещены в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" по ссылке: https://disk.yandex.ru/d/kiatG8-AUF7zgQ.

С целью развития газозаправочной инфраструктуры в настоящее время разработан региональный проект "Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Марий Эл" в составе государственной программы Республики Марий Эл "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на 2013 - 2030 годы", в рамках которого в случае выделения бюджетных ассигнований из федерального бюджета будут предусмотрены мероприятия по строительству автомобильных газонаполнительных компрессорных станций с государственной поддержкой и по переоборудованию транспорта на метан.

Сводные планы-графики догазификации и пообъектные планы-графики догазификации формируются Министерством промышленности, экономического развития и торговли Республики Марий Эл на основании:

а) предложений общества с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола";

б) инвентаризации негазифицированных домовладений, расположенных в газифицированных населенных пунктах Республики Марий Эл, в том числе домовладений, расположенных в границах территории ведения гражданами садоводства для собственных нужд;

в) опросов граждан, проживающих в газифицированных населенных пунктах Республики Марий Эл, в том числе проживающих на территории ведения гражданами садоводства для собственных нужд;

г) заявок физических лиц о заключении договора о подключении (технологическом присоединении) газоиспользующего оборудования к сети газораспределения в рамках догазификации;

д) оценки технической возможности догазификации и сроков осуществления мероприятий по расширению пропускной способности сетей газораспределения и (или) газотранспортных сетей, которые проводятся и определяются газораспределительными организациями и организациями - собственниками систем газоснабжения;

е) оценки возможности подключения (технологического присоединения) газоиспользующего оборудования и объектов капитального строительства к сетям газораспределения или газопотребления, принадлежащим на праве собственности или на ином законном основании юридическим или физическим лицам, не оказывающим услуги по транспортировке газа. Указанная оценка проводится газораспределительными организациями[1];

ж) оценки суммарных затрат на догазификацию, компенсация которых осуществляется за счет средств специальной надбавки к тарифу на транспортировку газа газораспределительной организации и иных источников финансирования;

з) разработанной проектной документации для строительства и реконструкции сетей газораспределения;

и) протоколов общего собрания членов садоводческого некоммерческого товарищества, содержащих решение о проведении догазификации [2].

В текущем году в Марий Эл собираются подключить к газу 12 населённых пунктов. Об этом в своём телеграм-канале сообщил глава республики Юрий Зайцев

В планах строительство 3 межпоселковых и 12 внутрипоселковых газопроводов на территории Волжского, Мари-Турекского, Медведевского, Моркинского, Оршанского и Советского районов. В общем счёте доступ к голубому топливу получат жильцы порядка 550 домов.

Как отметил Глава республики, в 2025 году в регионе удалось газифицировать свыше 1,4 тыс. домовладений в 19 населённых пунктах.

Некоторые факторы, способствующие газификации Марий Эл:

Наличие программ и проектов, направленных на развитие газификации, например, республиканская программа «Газификация и газоснабжение в Республике Марий Эл».

Использование средств ПАО «Газпром» для строительства газопроводов и другие меры, такие как спецнадбавки.

Социально-экономическая значимость газификации, которая способствует повышению уровня жизни населения, улучшению экологической обстановки и развитию экономики региона.

Строительство газотранспортной и газораспределительной инфраструктуры, что положительно влияет на развитие экономики, повышает инвестиционную привлекательность региона и способствует росту промышленного производства.

Долгосрочный характер проектов, так как развитие газификации требует капитальных расходов и проектно-изыскательских работ.

Согласно Федеральному закону № 69-ФЗ подключение газа включает организационные и технические действия, т. е. оформление документов и строительно-монтажные работы. Порядок подключения и поставки газа населению утвержден на федеральном уровне. Местные власти или газовики не могут устанавливать собственные правила или требовать предоставления дополнительных документов.

Закон № 69-ФЗ позволяет подключить к сети газораспределения только объекты капитального строительства. К ним относятся:

1. промышленные здания, строения и сооружения;
2. частные и многоквартирные дома, введенные в эксплуатацию;
3. объекты, строительство которых не завершено.

Следовательно, можно начать подведение газа к участку еще до начала строительства дома. В этом случае подсоединение газового оборудования и фактический пуск газа будут осуществляться после ввода дома в эксплуатацию.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Шаньшерова А.Н., Мухина Е.Р. Особенности ведения управленческого учета на нефтегазовых предприятиях / А.Н. Шаньшерова, Е.Р. Мухина // Вектор экономики. – 2018. - №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2018/11/accounting/Shanshe rova_Mukhina.pdf (Дата обращения 15.12.2018).
2. Лашкова К.В. Ключевые характеристика газовой отрасли РФ в контексте развития национальной экономики / К.В. Лашкова // Дневник науки. – 2018. - №12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2018/12/economy/Lashkova.pdf (дата обращения 15.01.2019).
3. . Официальный сайт Министерства финансов Российской Федерации – режим доступа: https://www.minfin.ru Секция 05. Актуальные проблемы экономики 166
4. Официальный сайт «Газпром межрегионгаз» - режим доступа: http://mrg.gazprom.ru

УДК 334.75

Шабалин Н.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АГРАРНЫЕ МАРКЕТПЛЕЙСЫ — НОВОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ И ТЕХНОЛОГИЧНОЕ ВЕЯНИЕ В ХОДЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В статье обосновывается необходимость разработки и адаптации цифровой торговой площадки в работу регионального агропромышленного комплекса (АПК), что позволит фермерским хозяйствам и предприятиям АПК автоматизировать работу и получить в удобном цифровом формате необходимые для этого сервисы, тем самым обеспечить быструю доставку производимой продукции до потребителя.

Ключевые слова: маркетплейсы, агропромышленный комплекс, регион, субсидирование, цифровые технологии, повышение эффективности, сельскохозяйственный товаропроизводитель, доход, налоги

Аграрные маркетплейсы — новое функциональное и технологичное веяние в ходе цифровизации аграрной отрасли. Для покупателей это более чистое ценообразование и возможность получить большее предложение, нежели в режиме оффлайн в своем регионе. Для продавцов — расширение охвата территории и клиентской базы, а также получение живой аналитики рынка.Да, российский рынок сельхозтехники весьма консервативен, и я думаю, что в горизонте ближайших лет он по-прежнему будет опираться на работу дилерских сетей, личное взаимодействие, практику очного осмотра машин и теста перед покупкой. Но мировая практика показывает, что в этом направлении есть позитивная динамика и перспективы дальнейшего роста. Достаточно привести в пример такие международные площадки, как Marketplace-E или AgriExpo.Наша компания с декабря 2024 года пополнила пул поставщиков Поле.РФ, так как видит в этом перспективный канал для продаж и коммуникации с клиентом. И мы ожидаем, что спустя несколько лет мы сможем до 20% продаж техники реализовывать именно через маркетплейсы, ведь это на сегодняшний день бенчмарк с точки зрения организации взаимодействия по логистике сделок[2].

Цифровизация проникает во все сферы и области нашей жизни, и мы очень много уделяем внимания в рамках своего производства вопросам цифровизации. Мы видим, что сейчас и в области государственной политики это одна из приоритетных, ключевых задач. Неважно, касается это продаж, продвижения, процесса изготовления или производства — цифровизация это то, чем должно заниматься сейчас любое серьезное предприятие, без этого просто невозможно. За цифровизацией будущее, этому надо обязательно уделять внимание и вкладывать в это деньги».

Вещи биржевые, стандартизированные по качеству, вполне возможно, на маркетплейсах будут продаваться широко. Что касается более специфической продукции — в больших покупках и продажах покупатель приобретает товар вместе с продавцом. Правильный выбор поставщика и правильный выбор специфического продукта могут критически сказаться на эффективности бизнеса, поэтому люди пока опасаются просто купить на маркетплейсе и ни с кем не посоветоваться».

Считаем, что это то направление, которое очень активно сейчас развивается во всех сферах торговли. Торговля семенами не избежит этой тенденции, этого тренда. Сейчас пока не видно серьезных успехов, но, например, одно из направлений, которое мы планируем развивать в ближайшее время — это выход с семенами на российскую товарную биржу. Это один из шагов движения в этом направлении. Мы верим, что не отстанем от других и будем продвигаться в этом направлении.

Период с 2020 по 2023 год часто называют «золотым веком» маркетплейсов. Платформы боролись за долю рынка, привлекая продавцов низкими комиссиями (часто 5–10%), субсидируя логистику и проводя агрессивные рекламные кампании за свой счет. Продавцам нужно было лишь найти товар дешевле и выставить его с минимальной наценкой. Однако к 2024 году стратегия сменилась: акционеры потребовали прибыли, и маркетплейсы начали «закручивать гайки».

К концу 2025 года процесс вышел на плато. Если проанализировать структуру цены товара, то картина для продавца стала пугающей. Базовая комиссия в популярных категориях (одежда, электроника, товары для дома, подарки) перешагнула порог в 35–43%[3]. Но это лишь вершина айсберга.

К ней добавились:

1. Логистические сборы: Стоимость доставки со склада маркетплейса до покупателя выросла в геометрической прогрессии. Введение «динамических тарифов», зависящих от загруженности сортировочных центров, сделало планирование расходов практически невозможным.
2. Плата за хранение: Сезонные коэффициенты и введение повышающих тарифов на товары с низкой оборачиваемость (так называемый «налог на залежи») вынудили продавцов распродавать остатки в убыток.
3. Участие в скидках: Маркетплейсы переложили на продавцов бремя финансирования скидок для покупателей. Теперь, когда платформа запускает распродажу типа "Черная пятница", скидка в 30% вычитается из кармана продавца, а не из комиссии площадки. В итоге, даже при относительно невысокой базовой комиссии в 20%, участие в акции делает продажу убыточной.
4. Рекламные аукционы: Внутренняя реклама выросла в цене. Если раньше можно было получить трафик органикой, то к 2025 году алгоритмы маркетплейсов были настроены так, что без выкупа рекламных мест (автоматических штрафов за низкий бюджет) товар просто исчезал из выдачи.

В совокупности по многим непродовольственным категориям совокупные издержки продавца достигли отметки в 45–47% от конечной цены товара. Это означает, что из каждого заплаченного покупателем рубля продавец получал лишь 53 копейки, из которых еще нужно было вычесть себестоимость товара, его упаковку, транспорт до склада и налоги.

Модель классического перекупства (или дропшиппинга) держалась на простой формуле: купил оптом за 100 рублей, продал за 250, получил 150 рублей маржи. Даже после вычета комиссий в 30% оставалась приемлемая прибыль.

К концу 2025 года формула изменилась кардинально. При комиссии в 45%, чтобы получить те же 150 рублей чистыми, продавец должен был продавать товар уже не за 250, а за 450 рублей. Но рынок оказался к этому не готов.
Во-первых, покупательская способность населения снизилась, и потребитель уходит в поиск самых низких цен, которые часто диктуют сами производители.
Во-вторых, на той же витрине сидит производитель этого же товара (или прямой импортер), который может позволить себе цену в 300 рублей, так как у него нет наценки посредника.

Таким образом, перепродавцы оказались зажатыми в тисках:

- Снизу: их давит себестоимость закупа.
- Сверху: их давят маркетплейсы, требующие низких цен для покупателя.
- Изнутри: их давят налоги.

Результат закономерен. К концу 2025 года количество так называемых «селлеров-однодневок», которые пытались заработать на перепродаже ширпотреба, сократилось в разы. Те, кто не ушел сам, были заблокированы за невозможность соблюдать условия по срокам хранения и оборотам. Рынок покинули те, кто не создавал добавленной стоимости.

У создателей маркетплейсов должны быть колоссальные компетенции для представления товарной продукции. Этот маркетплейс должен все время адресно работать по рынку, в особенности по фермам. Я не представляю, чтобы крупные агрохолдинги пошли в маркетплейс. Они будут, конечно же, получать лучшую цену на лучших условиях лучших товаров в B2B».

Преимущества электронной коммерции заключаются в серьезном сокращении затрат по статьям закупок, командировок, бухгалтерии и так далее. В режиме одного окна клиент сравнивает все предложения; ему не нужно никого обзванивать или обходить лично. У нас есть определенные ожидания, что в ближайшие 2-3 года рынок сильно изменится и перейдет в цифровое пространство».

2025 год стал переломным не только из-за аппетитов маркетплейсов, но и из-за фискальной политики государства. Реформа налогового законодательства, признавшая плательщиков упрощенной системы налогообложения субъектами НДС, нанесла удар по малому и среднему бизнесу, который составлял костяк продавцов на онлайн-площадках.

Номинально был установлен порог в 60 миллионов рублей оборота, ниже которого можно было получить освобождение от НДС. Однако на практике это создало ловушку для бизнеса, находящегося в «серой зоне» между микробизнесом и средним предпринимательством[1].

Во-первых, сам процесс администрирования НДС (сдача деклараций, работа с налоговыми накладными) оказался непосильно сложным для бывших самозанятых и ИП, привыкших к упрощенке. Во-вторых, для бизнеса с оборотом 30–50 миллионов рублей маржинальность была и так низкой из-за высоких комиссий маркетплейсов. Добавление НДС даже по минимальной ставке в 5% означало, что бизнес начинал работать в ноль или в минус.

Предприниматели оказались перед выбором:

-Либо уйти с рынка и закрытьс;.-Либо уйти в тень, что на маркетплейсах с их прозрачной системой учета невозможно;-Либо резко повысить цены.

Повышение цен, в свою очередь, вело к падению спроса и вымыванию из поисковой выдачи алгоритмами, которые отдают предпочтение более дешевым позициям (часто — крупным производителям, которые смогли оптимизировать свои внутренние процессы и частично абсорбировать налоговую нагрузку).

Интересно, что проблемы малого бизнеса стали лишь фоном для гораздо более масштабного конфликта, развернувшегося в высших эшелонах экономики. Крупнейшие игроки классического офлайн-ретейла к концу 2025 года осознали, что маркетплейсы выигрывают не за счет лучшего сервиса или ассортимента, а за счет нерыночных методов.

Маркетплейсы к этому времени превратились в гигантские экосистемы, владеющие банками, страховыми компаниями и логистическими операторами. Это позволило им использовать так называемое «перекрестное субсидирование». Например, убытки от торговых операций (или низкая маржа) компенсировались доходами от финансовых услуг, кредитования покупателей и продавцов, а также от инвестиционного дохода.

Офлайн-сети, не имеющие таких финансовых "подпорок", оказались в заведомо проигрышном положении. Они не могут предложить покупателю цену ниже, чем на маркетплейсе, потому что маркетплейс может позволить себе продавать товар с убытком ради оборота, зарабатывая на сопутствующих финансовых сервисах[4].

Реакция ретейлеров была жесткой. Крупнейшие торговые сети обратились к государству с требованием ограничить возможности маркетплейсов. Они предложили разделить торговый и финансовый бизнес, по примеру некоторых зарубежных стран. Идея заключалась в том, чтобы запретить платформам владеть банками, либо жестко ограничить возможность использования банковской прибыли для демпинга на товарном рынке.

Это обращение стало знаковым. Оно показало, что даже гиганты офлайн-торговли чувствуют себя вымирающим видом под натиском онлайн-платформ. Однако для малого бизнеса этот конфликт уже не имел значения — их выдавили с поля боя раньше.

Кто же остался на виртуальных полках к началу 2026 года? Анализ структуры предложения показывает четкую тенденцию: маркетплейсы стремительно превращаются в витрины прямых производителей и крупных импортеров.

Почему производители выживают там, где перекуп терпит крах? Ответ кроется в экономике единицы товара.

1. Контроль себестоимости: Производитель, в отличие от перекупа, может влиять на стоимость сырья, оптимизировать производственные циклы, менять рецептуру или материалы для сохранения маржинальности. Если цена пластика выросла, завод может перейти на более тонкую стенку изделия или другой тип сырья. Перекупщик просто вынужден покупать готовый пластик дороже.
2. Масштабирование: Производители мыслят объемами. Для них маржинальность в 10–15% при обороте в сотни миллионов рублей — приемлемая стратегия. Для малого бизнеса маржа в 10% означает банкротство.
3. Уникальность продукта: Производитель создает товар, которого больше ни у кого нет (или он защищен патентом/торговой маркой). Маркетплейс заинтересован в уникальных товарах, так как по ним нет прямой ценовой конкуренции. Алгоритмы ранжируют такой товар выше. Перекупщик же, как правило, торгует тем, что есть у сотни других таких же перекупщиков, попадая в «гонку на дно» по цене.
4. Длинные деньги: Производители могут позволить себе работать на перспективу, вкладываясь в бренд и упаковку, зная, что товар будет продаваться годами. Модель перекупа — это «быстрые деньги» на хайповом товаре, который завтра закончится.

Таким образом, маркетплейсы естественным путем эволюционировали. Они прошли путь от барахолки для частников до структурированного торгового центра, где арендовать место могут только платежеспособные бренды.

То, что происходит в российской электронной коммерции, — это жестокая, но логичная стадия зрелости. Рынок избавляется от балласта в лице посредников, чья роль в эпоху цифровых платформ становится все более призрачной. Если покупатель может легко найти товар напрямую от фабрики, зачем ему перекуп, который просто добавляет наценку за «знание места»? Малый бизнес, пытавшийся кормиться перепродажами, оказался принесен в жертву эффективности. Комиссии маркетплейсов, выросшие до 40%, и налоговая нагрузка сыграли роль естественных фильтров.

В итоге к концу 2025 года сформировалась новая реальность: маркетплейсы — это место встречи бренда и покупателя. Классическая торговля в лице малых ретейлеров и индивидуальных предпринимателей-перекупов из этой схемы исключена. Они проиграли войну, которую начали сами, войдя на рынок с низким порогом, но не сумев вовремя осознать, что этот порог будет постоянно повышаться. Рынок остался за теми, кто умеет создавать, а не только продавать.

На наш взгляд, основным направлением работы станет масштабирование и поэтапный подход, позволяющий гибко адаптироваться к изменениям и оптимизировать ресурсы.В целом разработчики видят агромаркетплейсы перспективной нишей развития ИТ-сектора в рамках сельскохозяйственной деятельности. Это подтверждают и собственные исследования, которые недавно были проведены совместно с платформой «Агро.Клуб».

Цифровыми платформами, товарными биржами, электронными торговыми площадками покупателя пользуются меньше трети опрошенных. Есть и факторы, которые играют в пользу применения новых каналов сбыта. Среди них снижение рентабельности в таких направлениях, как растениеводство, где растет себестоимость посевной, а внутренние цены на реализацию товара находятся на недостаточном уровне По данным исследования холдинга, сдвиги в сторону цифровизации процессов купли-продажи очевидны. Более четверти сельхозпроизводителей страны уже пользуются или готовы работать с цифровыми каналами, ощущая необходимость в расширении рынка сбыта. Из них более трети отдает предпочтение электронным торговым площадкам покупателя, а 10% уже используют в свои продажах Национальную торговую биржу. Тот факт, что аграрии предпочитают площадки покупателей, коррелирует с прямыми продажами — заказчики сами стараются переводить своих поставщиков в цифровую плоскость.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Аналитический центр Министерства сельского хозяйства РФ. [Электронный ресурс]. URL: http://mcxac.ru/ (дата обращения: 20.10.2022).

2. Анищенко А.Н. Цифровая экономика XXI века и АПК: взгляд с позиций развитых и развивающихся стран // Проблемы рыночной экономики. – 2019. – № 4. – с. 28-38.
3.Савзиханова, С. Э. Разработка и адаптация маркетплейса для регионального агропромышленного комплекса / С. Э. Савзиханова, К. Я. Раджабов, Е. В. Савина // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 205-216. – DOI 10.18334/ce.17.1.116692
4.Малышев И.О., Смирнов А.А. Состояние отечественного сельского хозяйства на примере Республики Марий Эл/ И.О.Малыщев, А.А.Смирнов-М. Финансы и кредит, 2024.с.2089-2121.

УДК 334.75

Шабалин Н.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. Сложившаяся ситуация демонстрирует классический тупик: регулятор видит корень проблемы в ценовой политике бизнеса, в то время как бизнес апеллирует к макроэкономическим условиям и издержкам, которые не позволяют ему снижать цены без ущерба для существования. Конечные потребители — аграрии — в этой схватке заняли пассивно-адаптивную позицию, просто уходя с рынка новой техники и находя альтернативы. Усугубляет ситуацию и внутренняя конфликтность самих мер господдержки.

Ключевые слова: Сельскохозяйственная техника, эффективность, государственная поддержка, аграрный сектор, кризис, ценовая политика, денежное выражение, сервис, бюджет, валюта

В то время как официальная статистика говорит об успехах импортозамещения, в российских хозяйствах разворачивается иная реальность. Аграрии в Сибири и на Дальнем Востоке вынуждены латать комбайны 2005 года выпуска, а дилеры констатируют: даже 50% скидки не способны оживить рынок сельскохозяйственной техники. Парадоксальная ситуация сложилась на рынке сельхозтехники: производители сообщают о рекордных складских запасах — у «Ростсельмаша» на площадках простаивает 40% годового выпуска, — в то время как по данным Стратегии развития агросектора, для нормальной работы полям не хватает 62 000 тракторов и 34 000 комбайнов. Этот кризис уникален своей структурой: формальный рост доли отечественной техники до 60% происходит на фоне обвального падения всего рынка. Российский АПК оказался в ценовых ножницах, где аграрии не могут купить новую технику из-за низкой доходности и недоступного лизинга, а производители не могут ее продать даже со скидками. Результатом стал фундаментальный сдвиг в поведении всех участников рынка: от масштабных инвестиций — к стратегии выживания, от покупки новой техники — к буму сервиса, аренды и подержанных машин.Динамика российского рынка сельхозтехники в 2024-2025 годах не оставляет сомнений: отрасль переживает не циклический спад, а полноценный кризис. По данным ассоциации «Росспецмаш», в 2024 году рынок сельскохозяйственной техники России в денежном выражении сократился на 20%, впервые с 2017 года опустившись ниже психологической отметки в 400 млрд рублей. Однако настоящий шок наступил в 2025-м, когда уже по итогам первого квартала падение достигло 32,8%. Оперативные данные Росстата по производству в натуральном выражении полностью подтверждают эту тревожную динамику. Если в 2022 году российские заводы выпустили 9 598 тракторов, то за 8 месяцев 2025 года было произведено лишь 4 447 единиц — сокращение более чем в два раза. Еще более показательной является статистика отгрузок, которая отражает реальный платежеспособный спрос. Здесь спад выглядит еще драматичнее: за 8 месяцев 2025 года российским потребителям было отгружено всего 2 605 тракторов отечественного производства — в три раза меньше, чем в 2022 году (8 284 шт.).

Самое удивительное в текущем кризисе — сочетание обвала продаж с острейшим структурным дефицитом техники в полях. Согласно Стратегии развития агросектора, актуальная нехватка для проведения полевых работ в штатном режиме оценивается на уровне 62 000 тракторов и 34 000 комбайнов. При этом производители столкнулись с беспрецедентной проблемой затоваривания[2]. По оценкам самих игроков рынка товарные остатки на десяти крупнейших сельхозмашиностроительных предприятиях по состоянию на 12 марта 2025 года выросли на 72% по сравнению с прошлым годом. Особенно тяжелая ситуация сложилась у одного из крупнейших производителей — компании «Ростсельмаш», где на складах на тот момент стояло порядка 40% годового выпуска продукции.

Статистика Росстата на конец августа 2025 года наглядно показывает масштабы этого затоваривания в натуральном выражении. По сравнению с докризисным 2021 годом остатки нереализованной техники на складах производителей выросли в несколько раз: по прочим тракторам

для сельского хозяйства — в 11,6 раза (с 171 до 1 983 штук), по плугам общего назначения — в 1,5 раза (с 706 до 1 086 штук). И это еще не конец года! Наиболее показателен рост остатков по ключевым уборочным машинам: за четыре года запасы зерноуборочных комбайнов на складах увеличились в 2,3 раза (с 372 до 849 штук)[4].

При этом, по мнению представителя Министерства сельского хозяйства, нонсенсом является то, что цены на технику практически не снижаются.Формально российские производители демонстрируют успехи в импортозамещении. По итогам 2024 года доля отечественной сельхозтехники в денежном выражении превысила 60%, тогда как до 2021 года она не достигала и 40%. Однако этот рост происходит на стремительно сжимающемся рынке, что делает статистическое достижение пирровой победой[3].

Более того, доля импорта в натуральном выражении остается значительной. По оценкам экспертов, в 2024 году на импортную технику пришлось 53% в штучном выражении. При этом структура импорта претерпела серьезные изменения. Лидером остается немецкий CLAAS с долей 61,5% всего импорта, на втором месте — New Holland. Но настоящим феноменом стал рост китайского присутствия: если в 2017 году в структуре импорта тракторов Китай занимал 4%, то в 2023-м — уже 63%.Глубина кризиса объясняется не одним фактором, а совокупностью взаимосвязанных проблем, которые образовали порочный круг, из которого участникам рынка не удается вырваться.

Отраслевые представители выделяют три ключевые причины стагнации. Первой и основной называется высокая ключевая ставка Центробанка, которая переориентировала финансовые потоки из реального сектора в депозиты. По оценкам участников рынка, для аграриев стало выгоднее хранить средства на счетах, чем инвестировать в новую технику, рентабельность которой не поспевает за доходностью по вкладам.

Второй фактор — фактическое сокращение объемов господдержки. Поскольку ее основная часть традиционно приходится на субсидирование кредитов и льготный лизинг, резкий рост стоимости денег привел к тому, что значительные средства бюджета стали уходить на обслуживание ранее выданных обязательств, а на новые субсидии ресурсов стало не хватать.

Третьей причиной называется экспортная пошлина на зерно, которая, по мнению представителей отрасли, снижает рентабельность агробизнеса в целом, ограничивая возможности аграриев для инвестиций в обновление парка.

За всеми этими факторами стоит более глубокая, структурная проблема. Себестоимость производства сельхозтехники в России существенно выше, чем в странах-конкурентах. По оценкам, представленным в отраслевых кругах, разница в затратах может достигать 30% по сравнению с Германией, Китаем и Канадой из-за более высокой стоимости металла, электроэнергии, кредитных ресурсов и фискальной нагрузки.

Сложившаяся макроэкономическая ситуация парализовала основной канал господдержки — льготный лизинг и субсидирование кредитов. На эти механизмы исторически приходилась основная часть помощи аграриям. В текущих условиях программа льготного лизинга для российской техники практически перестала функционировать — объемы продаж по этому каналу у ведущих производителей стали символическими.

При этом возникает серьезный дисбаланс с производителями из Беларуси, чьи клиенты в России имеют доступ к льготному финансированию из-за рубежа. Точечные меры, такие как лизинг с нулевым авансом, носят ограниченный характер и не могут компенсировать коллапс основного канала финансирования.

На этом неблагоприятном фоне обострилась конкурентная борьба. Производители столкнулись с растущим давлением со стороны китайских и белорусских компаний. Китайские бренды активно выходят на рынок, предлагая технику, которая изначально на 30% дешевле российской. В ответ государство использовало защитную меру в виде индексации утилизационного сбора, которую в отрасли восприняли как позитивный сигнал о готовности защищать внутреннего производителя.

Не менее острой является конкуренция с Беларусью. Если в 2021 году доля белорусских комбайнов на российском рынке составляла 17%, то к 2024 году она выросла до 40%. В целом белорусские производители занимают до 20% российского рынка тракторов и комбайнов. Такой рост стал возможным во многом благодаря сохраняющемуся льготному кредитованию из белорусского бюджета, которое создает неравные условия для российских заводов.

Несмотря на импортозамещение, сохраняются значительные ниши, которые отечественные производители пока не могут закрыть в полном объеме. Как отмечают эксперты, в России практически нет собственной техники для кормозаготовки, недостаточно отечественной посевной техники. На рынке представлены образцы для фермерских хозяйств, но критически не хватает крупной и высокотехнологичной техники для больших агрохолдингов.

Эту точку зрения подтверждает и структура парков крупных сельхозпредприятий, где российская и импортная техника нередко представлены в равных долях, причем по отдельным категориям доля импорта остается преобладающей. Данная проблема напрямую связана с логикой господдержки. В нишевых сегментах, таких как производство картофеле- или свеклоуборочных комбайнов, мощные отраслевые союзы потребителей исторически лоббируют отсутствие защитных

пошлин, что делает любое местное производство экономически нецелесообразным из-за высокой себестоимости. Именно поэтому в структуре поставок многих компаний, ориентированных на отечественную продукцию, все же сохраняется импорт узкоспециализированных машин.

В условиях глубокого кризиса все участники российского рынка сельхозтехники вынуждены были кардинально пересмотреть свои стратегии, сместив фокус с роста на выживание и адаптацию к новой реальности.

Ответом производителей на обвал спроса стали жесткие меры экономии и сворачивание долгосрочных планов. Крупнейшие предприятия отрасли объявили о переходе на сокращенную рабочую неделю и проведении кадровых оптимизаций, в рамках которых произошло сокращение сотрудников.

Были заморожены масштабные инвестиционные проекты, включая строительство новых заводов и модернизацию существующих мощностей. Отложены программы по освоению выпуска критически важных компонентов, например, гидростатические трансмиссии, что ставит под вопрос технологический суверенитет отрасли в долгосрочной перспективе.

В качестве компенсирующей меры производители активизировали работу на внешних рынках. По данным отраслевой статистики, в 2024 году экспорт сельхозтехники вырос на 5,3% Основными направлениями поставок остаются страны СНГ, особенно Казахстан и Беларусь, а также ближневосточные рынки. Однако его объемы несопоставимы с внутренним рынком и не могут стать полноценной заменой, особенно с учетом высокой себестоимости производства, ограничивающей конкурентоспособность на международной арене.

На фоне общего кризиса по-разному выглядят и позиции ключевых игроков. Безусловным лидером российского рынка остается «Ростсельмаш», который производит широкий спектр машин — от зерноуборочных комбайнов до тракторов и опрыскивателей. По данным компании, несколько лет назад ее доля на рынке уборочной техники уже достигала 70%.

Значительную долю в сегменте тяжелых тракторов занимает Петербургский тракторный завод (ПТЗ) с маркой «Кировец». Свои рыночные ниши занимают такие производители, как «Агромаш», «Брянсксельмаш», Брянский тракторный завод, «Ярославец», «Уралец».

В сегменте сельскохозяйственного оборудования работают российские (60%) и белорусские игроки (30%), среди которых «Сельмашдеталь» — 7,3%, ПК «Агромастер» — 14%, Klever («Ростсельмаш») (9%), «Бобруйскагромаш» (9%)[1].

При этом, по оценкам экспертов, растущую долю на фоне ухода западных брендов продолжают занимать белорусские (МТЗ, «Гомсельмаш») и китайские производители (Lovol, YTO, Zoomlion, Foton). Западные бренды, такие как CLAAS, New Holland, John Deere и Case IH, продолжают присутствовать на российском рынке через параллельный импорт.

Столкнувшись с недоступностью новой техники, сельхозпроизводители массово перешли к альтернативным моделям использования машин. Наиболее заметной тенденцией стал бум рынка подержанной техники, особенно в возрасте до 10 лет, спрос на который в 2024 году вырос на 25–30%. Параллельно укрепляется сегмент аренды и совместного использования сельхозтехники. Крупные агрохолдинги все чаще внедряют модели машинно-тракторных станций, которые позволяют оптимизировать нагрузку на технопарк и сократить капитальные расходы. Этот тренд свидетельствует о фундаментальном сдвиге в философии потребления — от владения техникой к доступу к ней.

Еще одной стратегией выживания для аграриев стал пересмотр инвестиционных приоритетов. В условиях ограниченности средств многие хозяйства были вынуждены жертвовать обновлением парка в пользу операционных расходов — закупки семян, удобрений и ГСМ, без которых проведение сезонных работ невозможно в принципе. Для дилерских компаний кризис означал необходимость фундаментальной трансформации бизнес-модели. Стремительное падение продаж новой техники, которое в отдельных регионах и сегментах достигло 60–70%, заставило их искать новые источники дохода. Ключевым направлением адаптации стало усиление сервисных подразделений. Резко возросла нагрузка на сервисные службы, так как аграрии стали значительно чаще ремонтировать имеющееся оборудование, откладывая покупку нового. В ответ дилеры расширяют парки сервисных автомобилей и усиливают штат инженеров, пытаясь компенсировать выпадающую выручку от продаж за счет обслуживания и ремонтов. Для стимулирования спроса дилеры активно продвигают программы рассрочки и трейд-ин, а также работают с остатками государственных льготных программ, пытаясь сделать технику хотя бы минимально доступной для своих клиентов. Парадоксальным образом кризис оказал дилерам и определенную «услугу» в решении кадрового вопроса. На рынке труда, по их наблюдениям, появилось значительное количество готовых высококвалифицированных сервисных инженеров. Это позволило компаниям оперативно усилить свои сервисные команды, находить «настоящих самородков», не тратя время и ресурсы на их длительное обучение. Глубокий кризис породил не менее глубокий разрыв в понимании его причин и путей выхода из него между основными участниками рынка. Этот конфликт интерпретаций сам по себе стал серьезным препятствием для преодоления спада.

Ключевая программа субсидирования скидок, по оценкам производителей, в последнее время стала «раздергиваться» — субсидии распределяются выборочно в пользу одних видов техники

в ущерб другим. Это, по их мнению, создает искусственные перекосы в конкуренции и мешает предприятиям долгосрочно планировать производство. При этом формальный рост доли отечественной техники не отменяет сохраняющейся зависимости от импорта в стратегически важных сегментах. В денежном выражении рынок премиальной импортной техники, а также поставки в незакрытые ниши остаются высокомаржинальными. Перед аграриями по-прежнему стоит сложный выбор между доступным, но не всегда удовлетворяющим все потребности отечественным комбайном и поиском возможностей для приобретения узкоспециализированной или более производительной импортной машины, что в условиях санкций и роста утильсбора становится все сложнее. Пока государство и бизнес ищут виноватых, рынок уже начал стихийную перестройку. Его новая архитектура все меньше зависит от продаж новой техники, а главными игроками в ней становятся сервисные инженеры, операторы арендных парков и продавцы подержанных машин.

Кризис на рынке сельхозтехники в России в 2025 году оказался не временной «ямой», а симптомом системной болезни всего агропромышленного комплекса. Данные о производстве, отгрузках и рекордных товарных остатках доказывают его всеобъемлющий характер. Порочный круг, в котором оказалась отрасль, выглядит так: высокие издержки производителей + низкие доходы аграриев + дорогие деньги + сломанный механизм льготного лизинга = отсутствие спроса на новую технику. Сформировался новый, устойчивый ландшафт, в котором рынок новой техники будет оставаться в депрессии, а его ниши будут заполняться арендой, подержанными машинами и импортом из Беларуси и Китая. Отечественные производители, судя по их действиям, надолго обречены на выживание в режиме «жесткой экономии» и зависимость от защитных мер государства. Несмотря на отдельные «проблески позитива», такие как индексация утильсбора, системной государственной политики, которая бы целостно связала интересы аграриев, производителей и дилеров, сегодня не просматривается. А значит, «железный голод» на российских полях и «затоваренные склады» заводов надолго останутся двумя сторонами одной медали. Это не просто нехватка тракторов, это хроническая нехватка нужных тракторов и комбайнов в нужных сегментах, что в конечном итоге ставит под вопрос долгосрочную конкурентоспособность и продовольственный суверенитет страны. Поле не ждет, но и быстрого решения этой системной проблемы, увы, не предвидится. Если попытаться охарактеризовать состояние российского автомобильного рынка одной фразой, то лучше всего подойдет определение «парадоксальная ловушка». Официальная статистика, оперирующая количеством проданных машин, возможно, и демонстрирует относительную стабильность, но качественное наполнение рынка переживает глубокий системный кризис. Со второй половины 2025 года отрасль вошла в фазу застоя, из которой, судя по текущей динамике, выхода пока не просматривается. Ключевым катализатором, усугубившим и без того шаткое положение, стало очередное повышение утилизационного сбора.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1.Гребнев В.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства: Учебник/А.П. Тарасенко, В.Н. Солнцев, В.П. Гребнев [идр.]. — М.: КолосС, 2006.
2. Поливаев О.И.Тракторы и автомобили. Конструкция: Учеб, пособие / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [и др.]; под общ. ред. О.И. Поливаева. — М.: КноРус, 2013.
3.Завражнова А.И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник/А.И.Завражнов [идр.]; под ред. А.И. Завражнова. — СПб.: Лань, 2013.
4.Малышев И.О., Смирнов А.А. Состояние отечественного сельского хозяйства на примере Республики Марий Эл/ И.О.Малыщев, А.А.Смирнов-М. Финансы и кредит, 2024.с.2089-2121.

УДК 331.5

Шабалин Н.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РЫНОК ТРУДА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ОТ КАДРОВОГО «ГОЛОДА ДО ВЫЖИВАНИЯ»

Аннотация. Чтобы решить проблему нехватки кадров, важно изменить отношение к работе в сельском хозяйстве. Это невозможно сделать без повышения уровня зарплат, улучшения условий труда, развития социальной инфраструктуры в селах и популяризации профессий АПК среди молодежи. Также важно поддерживать образовательные программы, которые готовят специалистов для сельского хозяйства, и создавать условия для их трудоустройства.

Ключевые слова: трудовые ресурсы, эффективность, сезонность, государственная программа, заработная плата, колебание, высококвалифицированный специалист, основные потоки

За последние четыре года российский рынок труда пережил, пожалуй, самую драматичную трансформацию в своей новейшей истории. Это была история о том, как за один день экономика лишилась более миллиона рабочих рук, как затем работодатели вступили в безумную гонку зарплат, и как сегодня эта гонка закончилась, оставив рынок в состоянии зыбкого равновесия, которое все чаще называют «рынком выживания».

Ключевым событием, запустившим цепную реакцию, стал 2022 год. Экономика столкнулась с уникальным для современной истории России явлением — резким и масштабным сокращением предложения труда. Если обычно рынок колеблется под влиянием спроса, когда компании перестают нанимать, то здесь «сжались» сами люди.

Совокупное выбытие рабочей силы составило более миллиона человек. Этот отток сложился из трех основных потоков. Частичная мобилизация затронула несколько сотен тысяч мужчин трудоспособного возраста. Страну покинула волна эмиграции, получившая название «релокация», которая затронула в первую очередь высококвалифицированных специалистов из IT, маркетинга, науки и управления. И наложился давний демографический фактор — вхождение в трудоспособный возраст малочисленного поколения девяностых годов.

Удар пришелся по самым чувствительным секторам. Промышленность, сельское хозяйство, строительство и логистика в одночасье лишились операторов станков, сварщиков, монтажников и водителей. Оборонно-промышленный комплекс, получивший госзаказ, столкнулся с невозможностью быстро нарастить штат. Рынок вошел в фазу острейшего дефицита[2].

Экономика не может долго работать в вакууме. На шок предложения рынок ответил классическим образом — ростом цены. Началась эпоха «зарплатной гонки», когда работодатели перестали выбирать и начали бороться.

В Республике Марий Эл снова увеличилось число вакансий в сельскохозяйственном секторе. Согласно данным портала «Работа России», по состоянию на конец октября работодатели региона ищут 241 сотрудника. Для сравнения, в июле текущего года на этом же портале было размещено 207 вакансий в сельском хозяйстве. Рост потребности в кадрах связан как с окончанием уборочной кампании, так и с подготовкой хозяйств к зимнему периоду, когда требуется больше специалистов для ухода за животными и техническим обслуживанием оборудования. Безработица обвалилась до исторических минимумов. По сути, в экономике не осталось людей, готовых выйти на работу прямо сейчас. Индекс конкуренции, то есть соотношение резюме и вакансий, в массовых рабочих специальностях, в торговле и логистике упал до критических значений, что означало катастрофическую нехватку соискателей.

Зарплаты росли невиданными темпами. Реальные доходы работающих россиян прибавили более пятнадцати процентов — показатели, сопоставимые с началом двухтысячных годов. Лидерами роста стали отрасли, попавшие в зону особого внимания государства или адаптировавшиеся к новым логистическим реалиям[1]. В оборонно-промышленном комплексе зарплаты взлетели на треть, в строительстве и на транспорте — почти на пятую часть. Рынок труда окончательно стал «рынком соискателя»: люди диктовали условия, меняли работу как перчатки в поисках лучшего оффера, а компании были вынуждены платить.

Однако любой пузырь имеет свойство лопаться. К 2025 году экономика вошла в состояние явного перегрева. Жесткая денежно-кредитная политика Центробанка, высокая ключевая ставка, сделавшая кредиты недоступными, а также рост налоговой нагрузки начали давать обратный эффект.

Бизнес, особенно крупные промышленные предприятия и ритейлеры, столкнулся с невозможностью поддерживать прежний уровень издержек. Кредиты дороги, прибыль снижается, а фонд оплаты труда раздут до небес. Летом 2025 года в опросах промышленников впервые с 2022 года баланс планов по найму и повышению зарплат ушел в отрицательную зону. Это стало сигналом: «зарплатная гонка» закончилась.

Парадокс ситуации заключался в том, что вакансий формально было много, но возможности платить высокие зарплаты больше не было. Компании начали замораживать найм, пересматривать инвестпрограммы и готовиться к оптимизации.

К началу 2026 года рынок сельского труда окончательно потерял инерцию предыдущих лет. Маятник качнулся в обратную сторону, но не привел к массовой безработице. Вместо этого сформировалось сложное, фрагментированное состояние, которое можно описать как «рынок выживания».

С одной стороны, дефицит кадров никуда не делся. Демографическая яма девяностых продолжает давать о себе знать. В промышленности, в сельском хозяйстве, в фармацевтике и IT по-прежнему острая нехватка рук. Компании продолжают борьбу, но уже не массовым переманиванием, а точечным удержанием ключевых сотрудников.

С другой стороны, рынок сместился в пользу работодателя. Если в конце 2023 года индекс конкуренции был на стороне соискателей, то к концу 2025 года он вырос кратно, что означает резкий рост конкуренции за рабочие места. За год количество вакансий сократилось почти на треть, а число

резюме выросло. Люди, напуганные неопределенностью, перестали увольняться без подушки безопасности и начали держаться за свои места. Возник феномен «прилипания» персонала.

Финансовое давление на бизнес стало главным драйвером перемен. Стоимость заемных средств превысила двадцать процентов годовых, что сделало инвестиции в развитие и расширение штата роскошью. Компании перешли в режим жесткой экономии: оптимизация численности, сокращение фонда оплаты труда, отмена бонусов и премий. На повестке дня — не как нанять, а как сократить без потери эффективности[1].

Рынок труда 2026 года — это рынок полярностей. Он уже не будет единым ни для всех работников, ни для всех отраслей, в том числе и сельскохозяйственного. На нем есть явные зоны роста и зоны турбулентности.

Реальный сектор продолжает нуждаться в людях. Агропром, который наращивает экспорт, фармацевтика, реализующая программы импортозамещения, и промышленность остаются «рынком соискателя». Но и здесь требования меняются: работодатель ищет не просто рабочего, а специалиста, готового работать с новым оборудованием, цифровыми системами и дронами.

Компании перестали брать «на вырост». Сегодня нужен готовый результат. Срок принятия решения об увольнении неэффективного сотрудника сократился до нескольких недель. Работодатели все чаще отказываются от оценки по дипломам, переходя к оценке по навыкам. Умение работать с нейросетями, анализировать данные и быстро адаптироваться становятся важнее красного диплома.

Рост номинальных зарплат либо остановился, либо сильно замедлился. Индексация, если и происходит, то выборочная — только для ключевых специалистов. Основная масса работников столкнулась с заморозкой доходов при одновременном росте нагрузки. В этих условиях реальные располагаемые доходы населения могут вновь перейти к стагнации или снижению.

Наибольший интерес у соискателей, по словам кадровиков, вызывают объявления с достойным уровнем оплаты труда. Так, на племзаводе «Шойбулакский» водителю специального грузового автомобиля обещают зарплату от 70 до 160 тысяч рублей — это одна из самых привлекательных позиций на портале. Не менее выгодное предложение размещено от племзавода «Семеновский», где трактористу готовы платить от 80 до 150 тысяч рублей. Эта вакансия появляется на портале не впервые — она была актуальна и в июле, что говорит о стабильной потребности в профессиональных механизаторах.Высокий уровень дохода предлагается и сотрудникам животноводческой отрасли. В ООО «Мясо-молоко ресурс» ищут оператора машинного доения с зарплатой от 95 до 150 тысяч рублей. Однако большинство вакансий, отмечают эксперты, начинаются с минимального размера оплаты труда — 22 440 рублей. Это стартовая отметка для подсобных рабочих, разнорабочих, операторов ферм и некоторых категорий водителей.Среди востребованных специалистов заметно увеличение запросов на ветеринарных врачей, механизаторов, водителей сельхозтехники, а также подсобных рабочих. Работодатели обещают официальное трудоустройство, социальные гарантии и возможность предоставления жилья в некоторых районах. Несмотря на это, дефицит кадров в аграрной сфере остаётся: часть молодых специалистов предпочитает переезжать в города или искать работу в промышленности и сфере услуг. По словам представителей региональных центров занятости, сельское хозяйство Марий Эл нуждается не только в рабочей силе, но и в подготовке новых специалистов — прежде всего механизаторов, дояров и ветеринаров. Для привлечения кадров обсуждаются меры господдержки, включая компенсацию расходов на жильё и переезд в сельскую местность [4].

Республика Марий Эл обладает большим потенциалом для развития агропромышленного комплекса. Благоприятные природные условия, плодородные земли и традиции сельского хозяйства создают отличную базу для роста производства в этой отрасли. Однако для реализации высокого потенциала жизненно необходимы кадры. Привлечение специалистов и рабочих позволит сельхозпредприятиям увеличивать производственные мощности, внедрять современные технологии и выходить на новые рынки сбыта. Как в регионе работают над решением кадровой проблемы – читайте в материале «ФедералПресс». По данным минсельхоза республики, наиболее востребованы в АПК региона не только кадры массовых профессий, к которым относятся операторы машинного доения, рабочие по уходу за животными, трактористы-машинисты и сотрудники, занятые в переработке сельхозпродукции. Остро нужны и квалифицированные специалисты: зоотехники, ветеринарные врачи, агрономы и агроинженеры. Причин дефицита работников несколько. Одна из главных – старение кадров. Многие опытные работники, которые десятилетиями трудились на фермах и полях, уходят на пенсию, а молодежь не спешит их заменить. Работа в сельском хозяйстве часто воспринимается как тяжелый, низкооплачиваемый труд. Многие молодые люди, выросшие в селе, стремятся уехать в города, где, как им кажется, больше возможностей для карьеры и комфортной жизни.Прививать любовь к сельскому хозяйству в Марий Эл решили через систему профильного образования для школьников. На данный момент, как сообщили в минобре, в регионе открыто девять предпрофессиональных агроклассов. Они созданы в рамках сотрудничества с образовательно-производственным кластером «Агротехник», который действует по федеральной программе «Профессионалитет».

Кластер объединяет восемь образовательных организаций и 20 работодателей. Базовой организацией выступает Йошкар-Олинский аграрный колледж при Поволжском государственном технологическом университете. Специалисты колледжа проводят для школьников теоретические и практические занятия, помогая им освоить основы сельскохозяйственного производства, познакомиться с современными технологиями в аграрной отрасли, развить предпринимательские навыки и подготовиться к поступлению в вузы.

Важную роль в профориентации школьников играет Центр опережающей профессиональной подготовки (ЦОПП) на базе Йошкар-Олинского строительного техникума. С 2023 года он реализует проект «Профи-Тур», благодаря которому школьники 8–11-х классов посещают предприятия региона, включая сельскохозяйственные. Кроме того, с 1 октября 2024 года в школе № 10 Йошкар-Олы и Петъяльской школе действуют профориентационные группы с аграрной направленностью. Во второй, кстати, десятиклассники получают профессию сварщика, а учащиеся 11-го класса – тракториста-машиниста. В 2025 году еще на базе Микряковской средней школы планируется открыть агротехнологический класс.

Подобные проекты и инициативы помогают школьникам не только познакомиться с аграрной отраслью, но и получить первые профессиональные навыки, что способствует подготовке кадров для сельского хозяйства в ближайшее время.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Бузмаков, В.В. Сельское хозяйство России в свете экономических проблем: Монография / В.В. Бузмаков, А.В. Медведев, Г.С. Посыпанов, С.А. Шарипов. -М., 2004. - 554 с.
2. Вишневский, А.Г. Перспективы развития России: роль демографического фактора: научные труды / А.Г. Вишневский, Е.М. Андреев, А.И. Трейвиш. - М.: Институт экономики переходного периода, 2003. - 90 с.
3. Гапошина, Л.Г. Маркетинг кадрового обеспечения: учеб. Пособие /.Л.Г. Гапошина. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2002. - 116 с.
4.Малышев И.О., Смирнов А.А. Состояние отечественного сельского хозяйства на примере Республики Марий Эл/ И.О.Малыщев, А.А.Смирнов-М. Финансы и кредит, 2024.с.2089-2121.

УДК 339.138

Искоскина А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЬСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ

Аннотация. В статье рассматриваются программы лояльности как один из ключевых инструментов управления покупательским поведением в розничной торговле. Раскрывается сущность клиентской лояльности и её значение для формирования устойчивых отношений между торговыми предприятиями и потребителями. Проанализированы основные типы программ лояльности, используемые в современной практике ритейла, а также механизмы их функционирования. Особое внимание уделяется роли цифровых технологий в развитии программ лояльности и возможностям персонализации взаимодействия с клиентами. Показано, что использование современных инструментов программ лояльности способствует увеличению частоты покупок, укреплению приверженности потребителей бренду и повышению конкурентоспособности торговых предприятий.

Ключевые слова: Программа лояльности, клиентская лояльность, розничная торговля, ритейл, покупательское поведение, маркетинг взаимоотношений, удержание клиентов, цифровые технологии, персонализация маркетинга.

Современный рынок розничной торговли характеризуется высокой степенью конкуренции, быстрым развитием цифровых технологий и ростом требований со стороны потребителей. Покупатели получают доступ к широкому ассортименту товаров и услуг, что значительно упрощает процесс смены продавца или бренда. В таких условиях предприятиям недостаточно просто привлекать новых клиентов. Ключевой задачей становится формирование устойчивых отношений с уже существующей клиентской базой и повышение уровня приверженности покупателей конкретной торговой сети [5].

Одним из наиболее эффективных инструментов решения данной задачи выступают программы лояльности. Их использование позволяет стимулировать повторные покупки, увеличивать

частоту взаимодействия клиентов с компанией и формировать долгосрочные отношения между продавцом и покупателем. В современных условиях программы лояльности рассматриваются не только как инструмент стимулирования продаж, но и как элемент системы управления клиентскими отношениями, позволяющий компаниям собирать и анализировать данные о поведении потребителей [8].

Лояльность клиентов является важным экономическим ресурсом предприятия. Поддержание постоянной клиентской базы позволяет компании стабилизировать объем продаж, прогнозировать спрос и снижать маркетинговые расходы. Привлечение нового покупателя, как правило, требует значительно больших затрат, чем удержание уже существующего клиента. Поэтому предприятия розничной торговли стремятся формировать долгосрочные отношения с потребителями, используя различные инструменты маркетинга взаимоотношений [6].

В научной литературе лояльность рассматривается как комплексное явление, включающее как поведенческие, так и эмоциональные характеристики. Поведенческий аспект проявляется в регулярности покупок и частоте обращений клиента к определенной торговой сети. Эмоциональный аспект связан с доверием к бренду, положительным отношением к компании и готовностью рекомендовать ее другим потребителям. Современные исследования показывают, что наиболее устойчивой является именно комплексная лояльность, объединяющая данные элементы [9].

Программы лояльности представляют собой систему маркетинговых мероприятий, направленных на поощрение клиентов за совершение покупок и взаимодействие с брендом. В рамках таких программ покупатели могут получать бонусные баллы, скидки, специальные предложения или доступ к дополнительным сервисам. Использование подобных инструментов позволяет предприятиям формировать устойчивую клиентскую базу и повышать конкурентоспособность на рынке [10].

Теоретические основы формирования программ лояльности связаны с развитием концепции маркетинга взаимоотношений. Согласно данному подходу, основное внимание уделяется не единичным транзакциям, а формированию долгосрочных отношений между компанией и клиентом. В рамках данной концепции покупатель рассматривается как стратегический ресурс предприятия, а повышение уровня его удовлетворенности и приверженности становится важным фактором устойчивого развития бизнеса. Использование программ лояльности позволяет компаниям выстраивать системное взаимодействие с потребителями и формировать устойчивую клиентскую базу, обеспечивающую стабильность продаж и долгосрочную прибыльность деятельности [1].

В современной практике розничной торговли используется несколько типов программ лояльности. Наиболее распространенной является бонусная система, при которой покупатели получают баллы за совершенные покупки. Накопленные бонусы могут использоваться для получения скидок или оплаты части стоимости товаров. Такая система стимулирует клиентов совершать повторные покупки и повышает частоту посещения торговых точек.

Другой распространенной моделью являются скидочные программы, предполагающие предоставление клиентам фиксированной или накопительной скидки. Подобные программы отличаются простотой реализации и понятностью для покупателей. Также широко применяются многоуровневые программы лояльности, в рамках которых клиенты получают различные привилегии в зависимости от объема совершенных покупок.

В последние годы активно развиваются программы лояльности, основанные на цифровых технологиях. Использование мобильных приложений, электронных карт и персонализированных предложений позволяет компаниям значительно расширить возможности взаимодействия с клиентами. Цифровые решения дают возможность анализировать покупательское поведение и формировать индивидуальные маркетинговые предложения для различных сегментов аудитории.

Цифровая трансформация розничной торговли существенно изменила подходы к формированию программ лояльности. Современные торговые предприятия активно используют мобильные приложения, онлайн-платформы и системы анализа данных для более точного понимания потребительских предпочтений. Это позволяет компаниям не только отслеживать покупательское поведение клиентов, но и формировать персонализированные предложения в режиме реального времени. В результате программы лояльности превращаются в важный элемент цифровой экосистемы предприятия, обеспечивающий интеграцию маркетинговых инструментов, аналитических систем и каналов коммуникации с потребителями [2].

Развитие цифровой среды также позволяет компаниям использовать большие массивы данных о поведении потребителей. Анализ таких данных способствует более точной сегментации клиентской базы и повышению эффективности маркетинговых мероприятий. В результате программы лояльности становятся важным инструментом стратегического управления клиентскими отношениями.

Одним из ключевых факторов успешности программ лояльности является их способность адаптироваться к изменениям потребительского поведения. Современные покупатели становятся более требовательными к качеству обслуживания, прозрачности условий участия в программах и удобству взаимодействия с компанией. В связи с этим предприятия стремятся разрабатывать такие

механизмы поощрения клиентов, которые не только обеспечивают экономическую выгоду для покупателей, но и формируют положительный опыт взаимодействия с брендом.

Особое значение при разработке программ лояльности имеет простота и понятность их использования. Если правила начисления бонусов или получения скидок оказываются слишком сложными, это может снизить интерес клиентов к участию в программе. Поэтому предприятия стремятся создавать максимально прозрачные системы поощрения, позволяющие покупателям легко отслеживать накопленные бонусы и использовать их при совершении покупок. Удобство использования программы напрямую влияет на уровень вовлеченности клиентов и их готовность продолжать взаимодействие с компанией.

Таблица 1 – Основные типы программ лояльности в розничной торговле

Тип программы	Механизм	Маркетинговый результат
Бонусная программа	Начисление бонусных баллов за покупки	Стимулирование повторных покупок
Скидочная программа	Предоставление фиксированной или накопительной скидки	Рост привлекательности цен
Многоуровневая программа	Разделение клиентов по уровням активности	Повышение вовлеченности клиентов
Кэшбэк-программа	Возврат части стоимости покупки	Формирование экономической выгоды

Важную роль в функционировании программ лояльности играет система коммуникации между компанией и потребителями. Информирование клиентов о новых предложениях, акциях и специальных условиях участия позволяет поддерживать интерес к программе и стимулировать покупательскую активность. Для этого используются различные каналы коммуникации, включая электронную почту, мобильные уведомления, SMS-сообщения и сообщения в мобильных приложениях компании. Использование нескольких каналов взаимодействия позволяет охватить более широкую аудиторию и повысить эффективность маркетинговых коммуникаций.

Следует отметить, что современные программы лояльности все чаще интегрируются в цифровую инфраструктуру компаний. Использование мобильных приложений и онлайн-платформ значительно расширяет возможности взаимодействия с клиентами. Покупатели получают возможность отслеживать накопленные бонусы, участвовать в акциях и получать персональные предложения в режиме реального времени. Для предприятий такие решения открывают дополнительные возможности анализа покупательского поведения и повышения эффективности маркетинговых мероприятий.

Цифровизация программ лояльности также способствует развитию персонализации маркетинговых предложений. Использование данных о предыдущих покупках клиентов позволяет формировать индивидуальные рекомендации товаров и специальные предложения, соответствующие интересам конкретных покупателей. Такой подход повышает релевантность маркетинговых коммуникаций и способствует увеличению вероятности совершения повторных покупок.

Кроме того, современные программы лояльности позволяют предприятиям более эффективно управлять клиентской базой. Анализ данных о покупательском поведении дает возможность сегментировать аудиторию по различным критериям, включая частоту покупок, объем расходов и предпочтения в выборе товаров. Сегментация клиентов позволяет компаниям формировать дифференцированные маркетинговые стратегии и разрабатывать специальные предложения для различных групп потребителей.

Важным направлением развития программ лояльности является использование аналитических методов обработки данных. Современные информационные системы позволяют анализировать большие массивы транзакционных данных и выявлять закономерности покупательского поведения. На основе полученных результатов компании могут прогнозировать спрос, выявлять наиболее активные сегменты клиентов и формировать адресные маркетинговые предложения. Использование аналитических инструментов значительно повышает эффективность программ лояльности и позволяет предприятиям более рационально использовать маркетинговые ресурсы [3].

Значительное внимание в рамках программ лояльности уделяется анализу эффективности маркетинговых мероприятий. Предприятия оценивают влияние различных инструментов стимулирования на изменение покупательского поведения клиентов. Для этого используются показатели частоты покупок, среднего чека, коэффициента удержания клиентов и уровня

вовлеченности участников программы. Полученные данные позволяют компаниям корректировать параметры программ лояльности и повышать их результативность.

Особое значение в современных условиях приобретает интеграция программ лояльности с другими маркетинговыми инструментами предприятия. Программы лояльности могут использоваться совместно с рекламными кампаниями, акциями стимулирования продаж и цифровыми коммуникациями. Комплексное использование различных маркетинговых инструментов позволяет компаниям формировать более эффективные стратегии взаимодействия с клиентами и повышать результативность маркетинговых мероприятий [4].

Следует подчеркнуть, что программы лояльности оказывают влияние не только на экономические показатели деятельности предприятий, но и на формирование долгосрочных отношений с потребителями. Участие в программе создает у клиента ощущение принадлежности к определенному бренду и формирует дополнительную ценность взаимодействия с компанией. Это способствует укреплению доверия к торговой сети и повышению уровня удовлетворенности покупателей.

В условиях усиления конкуренции на рынке розничной торговли предприятия стремятся постоянно совершенствовать свои программы лояльности. Компании внедряют новые инструменты персонализации, расширяют функциональные возможности мобильных приложений и используют современные методы анализа данных. Такой подход позволяет формировать более гибкие системы взаимодействия с клиентами и повышать эффективность маркетинговых стратегий.

Таким образом, программы лояльности представляют собой важный инструмент управления покупательским поведением и формирования устойчивых отношений между компанией и клиентами. Их использование позволяет предприятиям не только стимулировать повторные покупки, но и повышать уровень доверия потребителей, укреплять конкурентные позиции на рынке и обеспечивать долгосрочное развитие бизнеса.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Агеева Н.С. Маркетинговые инструменты формирования потребительской лояльности / Н.С. Агеева, Н.М. Воловская // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 5-1. – С. 14–18 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovye-instrumenty-formirovaniya-potrebitelskoy-loyalnosti. – Дата обращения: 06.03.2026.
2. Валеева А.В. Особенности программ лояльности розничных магазинов в России / А.В. Валеева, К.А. Цыганкова // Инновационная наука. – 2023. – № 4-2. – С. 66–70 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aeterna-ufa.ru/sbornik/IN-2023-04-2.pdf. – Дата обращения: 06.03.2026.
3. Величко Н.Ю. Инструменты оценки эффективности программ лояльности / Н.Ю. Величко // Вестник университета Российской академии образования. – 2016. – № 3. – С. 100–105 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/instrumenty-otsenki-effektivnosti-programm-loyalnosti. – Дата обращения: 06.03.2026.
4. Винокурова О.С. Оптимизация программ лояльности на рынке розничной торговли / О.С. Винокурова // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – № 11(176). – С. 51–60 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=25109. – Дата обращения: 06.03.2026.
5. Кузнецова Е.Л. Лояльность клиентов как фактор роста эффективности продаж / Е.Л. Кузнецова, А.В. Гетманова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 4(286). – С. 38–52 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fin-izdat.ru/journal/fa/detail.php?ID=68026. – Дата обращения: 06.03.2026.
6. Лобарева Н.В. Маркетинг взаимоотношений : учебное пособие / Н.В. Лобарева. – Москва : РТУ МИРЭА, 2020. – 98 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167596. – Дата обращения: 06.03.2026.
7. Овсянников А.А. Современный маркетинг : учебник и практикум для вузов / А.А. Овсянников. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 582 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/545086. – Дата обращения: 06.03.2026.
8. Ойнер О.К. Управление результативностью маркетинга : учебник и практикум для вузов / О.К. Ойнер. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 350 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/449862. – Дата обращения: 06.03.2026.
9. Парамонова Т.Н. Маркетинг торгового предприятия : учебник / Т.Н. Парамонова, И.Н. Красюк, В.В. Лукашевич. – 3-е изд., стер. – Москва : Дашков и К, 2022. – 284 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/277325. – Дата обращения: 06.03.2026.
10. Синяева И.М. Маркетинг : учебник для вузов / И.М. Синяева, О.Н. Жильцова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 487 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/566952. – Дата обращения: 06.03.2026.

УДК 33/330.3

Мадоян Э.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗВИТИЕ ГАЗОТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. На основе теоретических аспектов транспортировки рассматриваются функции, особенности, преимущества и недостатки трубопроводного транспорта; проводится анализ современного состояния газотранспортирующей отрасли Республики Марий Эл

Ключевые слова: транспорт, цель, функции и принципы организации транспортировки, преимущества и недостатки трубопроводного транспорта, системы газоснабжения

Для России с ее огромной территорией транспортная инфраструктура – это одно из стратегических направлений развития экономики, ее качественного инновационного развития, с открывающимися новыми возможностями для региональной кооперации. Значение транспортной отрасли производства в современной экономике в том, что она обусловливает эффективность работы других отраслей промышленности и, следовательно, экономическое благосостояния регионов. Перемены в экономике России сейчас стремительны, и в таких условиях, прежде всего, необходима скорейшая модернизация и строительство транспортной инфраструктуры.

Актуальной задачей, в настоящее время, становится усиление региональных аспектов в развитии газотранспортной инфраструктуры, полностью соответствуя целям транспортной стратегии Российской Федерации на перспективу, где подразумевается не просто реализация проектов по развитию транспортной инфраструктуры, а согласованное развитие и организация взаимодействия различных видов транспорта и пользователей транспортных услуг. Очевидно, что без развития транспортной инфраструктуры об экономическом росте не может быть и речи.

Транспорт – это отрасль материального производства, осуществляющая перевозки людей и грузов. В структуре общественного производства транспорт относится к сфере производства материальных услуг. По назначению выделяют две основные группы транспорта: 1) транспорт общего пользования – отрасль народного хозяйства, удовлетворяющая потребности всех отраслей народного хозяйства и населения в перевозках грузов и пассажиров, он обслуживает сферу обращения и население. Его часто называют магистральным. Понятие транспорта общего пользования охватывает железнодорожный транспорт, водный транспорт, автомобильный, воздушный транспорт и транспорт трубопроводный. Транспорт не общего пользования – внутрипроизводственный транспорт, а также транспортные средства всех видов, принадлежащие не транспортным организациям.

Одной из важнейших задач, возникающих в деятельности транспортных служб нужно считать выбор видов и типов транспортных средств, осуществляющих перевозку. На это влияют: 1) характер груза, 2) количество и частота отправляемых партий, 3) климатические, сезонные характеристики, 4) расстояние перевозки, 5) близость расположения точки доставки груза к железнодорожной сети, автомагистрали, морю (реке), аэропорту и др., 6) сохранность груза, 7) риск невыполнения поставок. Существуют следующие основные виды транспорта: железнодорожный, морской, внутренний водный, речной, автомобильный, воздушный, трубопроводный.

Основными функциями транспортировки являются: - перемещение груза. (Груз должен быть доставлен до мест дальнейшей переработки или потребления. Перемещение груза по цепочке позволяет преобразовать добываемое сырье в готовую продукцию и доставить ее конечному покупателю. Одновременно с физическим перемещением должна увеличиваться и потребительская стоимость груза: перемещение должно быть экономически нецелесообразным. Кроме финансового есть еще один аспект перемещения – временной); - хранение груза. (Данная функция актуальна тогда, когда существует ограничение в складских площадях, тогда можно осознанно избирать конкретные способы транспортировки. Кроме того, существуют ситуации, когда склад является транзитным перевалочным пунктом. В этом случае транспортные средства, возможно, использовать также для непосредственного хранения в целях устранения дорогостоящих погрузочно-разгрузочных работ).

Главная цель транспортировки - доставить нужный продукт нужного качества и нужного количества нужному покупателю, в нужное место с минимальными затратами.

Практикой выработаны два основных принципа организации транспортировки:

1. Экономия за счет масштаба грузоперевозки происходит вследствие сокращения транспортных расходов на единицу груза вследствие его укрупнения. Чем крупнее партия отправки, тем меньше расходы на единицу груза..

2. Экономия за счет дальности маршрута происходит за счет сокращения стоимости перевозки груза на единицу расстояния. [1]

Каждый из видов транспорта имеет конкретные особенности, достоинства и недостатки, определяющие возможности его использования в логистической системе.

Задача выбора вида транспорта решается во взаимной связи с такими задачами логистики, как создание и поддержание оптимального уровня запасов и др. Основой выбора вида транспорта, оптимального для конкретной перевозки, служит информация о характерных особенностях различных видов транспорта.

Республика Марий Эл является регионом с ограниченным перечнем ресурсов. В природно-климатических условиях республики расходы на отопление и горячее водоснабжение объектов социальной сферы и жилищно-коммунального хозяйства составляют значительную долю расходов республиканского бюджета и бюджетов муниципальных образований, а также расходы на энергоснабжение оказывают существенное влияние на себестоимость продукции, производимой промышленными организациями.

При существующем соотношении цен на энергоносители применение природного газа по сравнению с другими видами топлива позволяет сократить текущие расходы на энергоресурсы по меньшей мере на одну треть и представляется наиболее эффективным способом устранения дефицита энергоресурсов.

Газораспределительной организацией на территории Республики Марий Эл является общество с ограниченной ответственностью "Газпром газораспределение Йошкар-Ола". В задачи газораспределительной организации входит транспорт природного газа до конечного потребителя, реализация сжатого и сжиженного газа, управление режимами газопроводов, техническое обслуживание газопроводов и газового оборудования, строительно-монтажные работы. [2]

Трубопроводный транспорт газа имеет свои особенности. 1. Это связано с тем, что при перемещении потока по стенкам трубы создается трение, которое способствует потере давления. Это исключает возможность перемещения больших объемов газа на значительные расстояния с использованием только естественного пластового давления. Для изменения давления в коммуникации устанавливают специальные компрессорные станции. 2. Другая особенность эксплуатации трубопроводов газа – сезонность. Режим работы коммуникаций является не постоянным в разные периоды года: в зимний период система работает в режиме обеспечения максимального транспортного потока. В летнее – газ закачивается на подземную станцию хранения, так как режим потребления снижен.

К преимуществам использования газовых трубопроводных систем нужно отнести:

- экономическую выгоду по сравнению с другими видами транспортировки;
- оперативность доставки больших объемов в заданную точку;
- автоматическое функционирование системы в круглосуточном режиме;
- минимальные потери полезных ископаемых;
- простоту обслуживания оборудования;
- возможность изменения конфигурации и масштабирования;
- надежность и безопасность для окружающей среды.
- минимизация нагрузки на другие виды транспорта.

Характеристика системы газоснабжения природным газом Республики Марий Эл [6] приведены в таблице 1.

Таблица 1 -,Характеристика системы газоснабжения природным газом Республики Марий Эл

Показатели	В городах и поселках городского типа	В сельской местности	Разница обеспеченности между городами и поселками городского типа и сельской местностью
1. Наружные газопроводы на балансе организации, всего, км	4 298,02	1 048,80	3 249,22
2. Наружные газопроводы, обслуживаемые газораспределительной организацией, всего, км	7 059,24	2 062,31	4 996,93
2.1. По назначению: сети газораспределения, всего, км.	6 476,44	1 796,61	4 679,83
из них: - распределительные, всего	5 482,89	1 343,03	4 139,86
из них межпоселковые	1 927,10	0,00	1 927,10
газопроводы-вводы	993,55	453,58	539,97

сети газопотребления: (вводные газопроводы)	582,80	265,70	317,10
2.2. По давлению, км: - высокого давления 2 категории (0,3 - 0,6 МПа)	2 740,42	424,42	2 316,00
- низкого давления	4 318,82	1 637,89	2 680,93
2.3. По расположению относительно поверхности земли, км:			
подземные, всего:	4 623,55	867,66	3 755,89
в том числе подводные	2,17	0,28	1,89
надземные, всего:	2 435,69	1 194,65	1 241,04
из них надводные	1,06	0,30	0,76
из них проходящие по мостам и эстакадам	0,23	0,23	0,00
3. Протяженность обслуживаемых подземных газопроводов, км	4 623,55	867,66	3 755,89
4. Протяженность внутренних газопроводов, всего, км	1 158,56	778,42	380,14
5. Протяженность подводных переходов, всего, км	2,17	0,28	1,89
6. Количество газораспределительных станций, через которые обеспечивается газоснабжение региона, всего, шт.	21	21	0
7. Количество газорегуляторных пунктов, установок (ГРП, ГРПБ, ГРУ), всего, шт.	537	281	256
8. Количество шкафных газорегуляторных пунктов (ШРП), всего, шт.	1 467	519	948
из них: отработавших более 20 лет, всего, шт.	80	36	44
9. Количество газифицированных промышленных объектов, всего, шт.	646	499	147
из них: - теплоэнергетические объекты (ТЭЦ, ПГУ, ГТУ)	8	4	4
- котельные	555	437	118
- газифицированное технологическое оборудование (печи, сушилки и другое)	83	58	25
10. Количество газифицированных коммунально-бытовых и жилищно-коммунальных объектов, всего, шт.:	6 100	4 491	1 609
11. Количество газифицированных сельскохозяйственных объектов, всего, шт.	379	0	379
12. Количество бытовых газовых плит, всего, шт.	279 472	204 662	74 810
13. Количество проточных водонагревателей, всего, шт.	34 145	28 366	5 779
14. Количество водонагревательных и отопительных аппаратов, всего, шт.	117 678	67 467	50 211
15. Количество отопительных печей на газовом топливе, шт.	28	15	13
16. Количество бытовых газовых счетчиков, шт.	222 087	150 037	72 050
17. Транспортировка газа по газораспределительным сетям, всего, тыс. куб. м	1 191 869,61	963 445,12	228 424,49
в том числе: - конечному потребителю, всего,	1 191 869,61	963 445,12	228 424,49
из них: - промышленным предприятиям	654 117,79	581 530,65	72 587,14
коммунально-бытовым предприятиям	283 013,81	238 745,69	44 268,12
населению	254 738,01	143 168,78	111 569,23
18. Расход (использование) газа газораспределительной организацией, всего, тыс. куб. м	6 723,20	5 982,30	740,90
в том числе: - на собственные нужды	801,32	717,86	83,46
- на технологические нужды	84,08	75,43	8,65
- потери в газораспределительных сетях	5 837,80	5 189,01	648,79

Но у такого способа транспортировки имеются и определенные недостатки, что обусловлено с физическими особенностями процесса. Из-за трения потока о внутренние стенки труб системы требуют комплектации дополнительными компрессорными устройствами, с помощью которых можно восполнять потери энергии при перекачке, а также: большие стартовые капиталовложения на строительство; сложности при использовании коммуникаций в регионах со сложными климатическими условиями; при длительном использовании снижается эффективность системы. [3,1].

Договорные поставки газа всем категориям потребителей, учет газопотребления и сбор денежных средств в республике осуществляет общество с ограниченной ответственностью "Газпром межрегионгаз Йошкар-Ола". Газ поступает во все городские округа и 12 муниципальных районов. Система газоснабжения Республики Марий Эл находится в зоне эксплуатационной ответственности общества с ограниченной ответственностью "Газпром трансгаз Нижний Новгород".

Газоснабжение потребителей Республики Марий Эл осуществляется по 9 магистральным газопроводам, 1 региональному и 24 газопроводам-отводам. Общая протяженность газопроводов на территории Республики Марий Эл по состоянию на 1 января 2024 г. составляет 7 059,24 км. с 2002 г. Газпром инвестировал в газификацию Марий Эл 3,1 млрд. руб. Это позволило построить и ввести в эксплуатацию 46 газопроводов общей протяженностью 723 км.

По территории республики проходят участок магистрального нефтепровода «Сургут – Полоцк», распределительный отвод от которого подведён к Марийскому нефтеперерабатывающему заводу, а также два магистральных газопровода: «Уренгой – Помары – Ужгород» и «Ямбург – Тула» с распределительной сетью к местным потребителям. В республике отмечается высокий уровень газификации природным газом – 89 %, недостаточно газифицированными остаются населённые пункты Килемарского и Юринского муниципальных районов. [5,6].

Газификация Республики Марий Эл носит комплексный характер и решение этой проблемы окажет значительный эффект на ее социальное благополучие в обществе, общее экономическое развитие.

Таким образом, высокий уровень газификации природным газом является важнейшим фактором жизнеобеспечения населения республики, способствующим стабильности социально-экономического развития региона.

Список литературы

1. Применение теории транспортных процессов при организации городских перевозок - https://spravochnick.ru/logistika/primenenie_teorii_transportnyh_processov_pri_organizacii_gorodskih_perevozok.
2. В Марий Эл создали единую газовую компанию группы "Газпром межрегионгаз". - https://tass.ru/ekonomika/25853653.
3. Трубопроводный транспорт газа – особенности транспортировки, плюсы и минусы - https://mtzavod.com/blog/truboprovodnyy-transport-gaza-osobennosti-transportirovki/.
4. Марий Эл на втором месте в России по реализации мероприятий догазификации - https://rg.ru/2025/05/06/reg-pfo/marij-el-na-vtorom-meste-v-rossii-po-realizacii-meropriiatij-dogazifikacii.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F.
5. Алифирова Е. К 2026 г. уровень газификации Республики Марий Эл достигнет 90,8% - https://neftegaz.ru/news/gazoraspredelenie/640293-k-2026-g-uroven-gazifikatsii-respubliki-mariy-el-dostignet-90,8/.
6. Постановление от 29 сентября 2022 года N 417 «Об утверждении республиканской программы "Газификация и газоснабжение в Республике Марий Эл" и о признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Республики Марий Эл (с изменениями на 21 мая 2025 года)». - https://docs.cntd.ru/document/406255299.

УДК 63:331.5(470.343)

Малышев И.О., Смирнов А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЗАНЯТОСТЬ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ

Аннотация. В статье анализируются тенденции занятости в Республике Марий Эл в 2022–2024 гг. с акцентом на агропромышленный сектор. На основе данных Маристата, Министерства труда и социальной защиты Республики Марий Эл, а также материалов по кадровому обеспечению АПК рассматриваются востребованные профессии, динамика занятости, регистрируемой безработицы и спроса на рабочую силу. Особое внимание уделяется сельскохозяйственному сектору как сегменту

экономики, в котором сохраняется значимость производственного труда и одновременно возрастает роль цифровых компетенций, навыков работы с автоматизированными системами, техникой и информационными сервисами. Сделан вывод о том, что распространение генеративного искусственного интеллекта и иных цифровых решений в АПК следует рассматривать прежде всего как фактор трансформации содержания труда и квалификационных требований работников, а не как фактор прямого вытеснения занятости.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, рынок труда, сельское хозяйство, цифровизация, генеративный искусственный интеллект, кадровое обеспечение.

Генеративный искусственный интеллект в последние годы стал одним из наиболее значимых факторов цифровой трансформации экономики. Его распространение связано с возможностью автоматизации не только рутинных технических операций, но и части интеллектуальных, информационно-аналитических и коммуникативных задач. В отличие от предшествующих этапов автоматизации, технологии генеративного ИИ способны изменять содержание труда в сферах, связанных с обработкой информации, созданием текстов, анализом данных, документооборотом и клиентским взаимодействием. В связи с этим возрастает научный интерес к оценке возможного влияния генеративного ИИ на занятость, структуру спроса на труд и квалификационные требования работников, в том числе на уровне отдельных регионов.

Для Республики Марий Эл данная проблематика имеет особое значение и в контексте агропромышленного комплекса. Сельское хозяйство и связанные с ним процессы производства и переработки продукции требуют адаптации к условиям цифровизации, механизации и внедрения интеллектуальных инструментов обработки информации. Актуальность кадрового обеспечения АПК подтверждается и на региональном уровне: в республике реализуется проект «Кадры в АПК», а органы власти отдельно поднимают вопрос подготовки специалистов для агропромышленного комплекса.

Целью исследования является анализ тенденций занятости в Республике Марий Эл в 2022-2024 гг. с выделением агропромышленного сектора и выявлением возможных структурных эффектов цифровизации и распространения генеративного искусственного интеллекта для кадрового обеспечения АПК.

Задачи исследования:

1. рассмотреть перечень востребованных профессий в Республике Марий Эл в 2024 году;
2. проанализировать среднюю заработную плату по отдельным видам экономической деятельности, включая сельское хозяйство;
3. рассмотреть основные количественные характеристики занятости, регистрируемой безработицы и спроса на рабочую силу;
4. определить место агропромышленного сектора в структуре регионального рынка труда;
5. сформулировать выводы о возможной трансформации квалификационных требований в АПК в условиях цифровизации и распространения генеративного ИИ.

Объект исследования – занятость и кадровое обеспечение агропромышленного сектора Республики Марий Эл.

Предмет исследования – структурные изменения занятости, кадрового спроса и квалификационных требований в АПК Республики Марий Эл в условиях цифровизации и распространения генеративного искусственного интеллекта.

Методологическую основу составили сравнительный, статистический и структурно-функциональный анализ.

Информационная база исследования представлена следующими элементами: материалы Маристата, Министерства труда и социальной защиты Республики Марий Эл, а также публикации ILO, OECD и NBER.

Несмотря на то, что отдельные разработки в области генеративного искусственного интеллекта существовали и ранее, именно с конца 2022 года начался этап его массового практического распространения. Поэтому анализ рынка труда Республики Марий Эл за период 2022–2024 гг. представляется методически целесообразным, поскольку он позволяет оценить первые возможные изменения, совпадающие по времени с расширением использования генеративного ИИ.

По данным правительства Республики Марий Эл, в 2024 году самыми востребованными профессиями через службу занятости были прежде всего рабочие профессии: водитель автомобиля, зачистчик, комплектовщик, кондитер, машинист (кочегар) котельной, оператор котельной, повар, сварщик, токарь, электромонтер, машинист экскаватора. Следовательно, рынок труда Республики Марий Эл является преимущественно индустриально-производственным и сервисно-рабочим.

По данным Маристата, за январь 2025 года среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций Республики Марий Эл составила 63 153,2 руб. При этом в

сфере информации и связи она составила 75 731,1 руб., в финансовой и страховой деятельности – 71346,7 руб., в государственном управлении и социальном обеспечении – 57 995,1 руб., в образовании – 43 470,7 руб., в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве – 60 625,8 руб. Следовательно, уровень оплаты труда в аграрном секторе близок к среднереспубликанскому, что позволяет рассматривать его как значимый сегмент регионального рынка труда, в котором сохраняется спрос на работников и одновременно возрастает роль квалификационных требований, связанных с цифровизацией и технологическим обновлением производства.

Для оценки возможных эффектов генеративного ИИ на региональный рынок труда целесообразно рассмотреть основные количественные характеристики занятости, регистрируемой безработицы и спроса на рабочую силу в Республике Марий Эл. Начнем с рассмотрения общей среднесписочной численности работников организаций Республики Марий Эл за 2022-2024 годы (рис. 1).

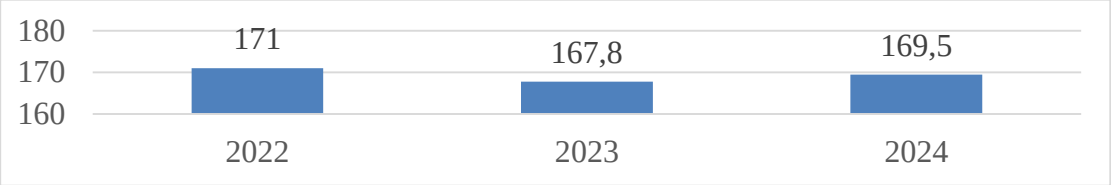


Рисунок 1 – Общая среднесписочная численность работников организаций Республики Марий Эл, 2022-2024 годы, тыс. человек

За анализируемый период не фиксируется значительных структурных изменений: в 2023 году спад с 171 тыс. человек до 167,8 тыс. человек, в 2024 году – частичное восстановление (169,5 тыс. человек). Следовательно, фиксируется относительная стабильность занятости при отсутствии заметного расширения кадровой базы.

Рассмотрим основные показатели регистрируемого рынка труда. Численность зарегистрированных в органах службы занятости граждан, незанятых трудовой деятельностью в республике Марий Эл, представлена ниже (рис. 2).

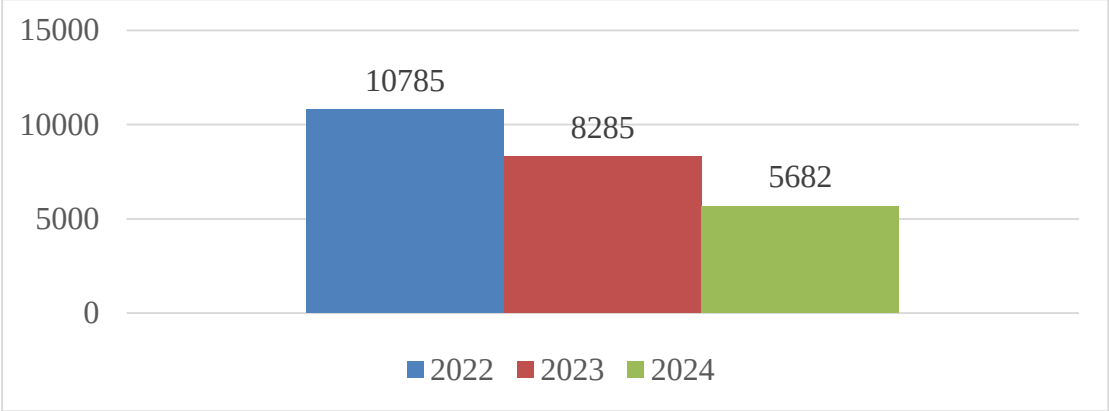


Рисунок 2 – Численность зарегистрированных в органах службы занятости граждан, незанятых трудовой деятельностью, Республика Марий Эл, 2022-2024 годы, человек

Фиксируется значительное изменение в рамках данного показателя: с 10785 человек в 2022 году до 5682 человек в 2024 году. Следовательно, регистрируемая безработица снижается, несмотря на появление генеративного искусственного интеллекта.

Рассмотрим также наличие свободных рабочих мест и вакантных должностей на конец года в Республике Марий Эл за период 2022-2024 гг. (рис. 3).

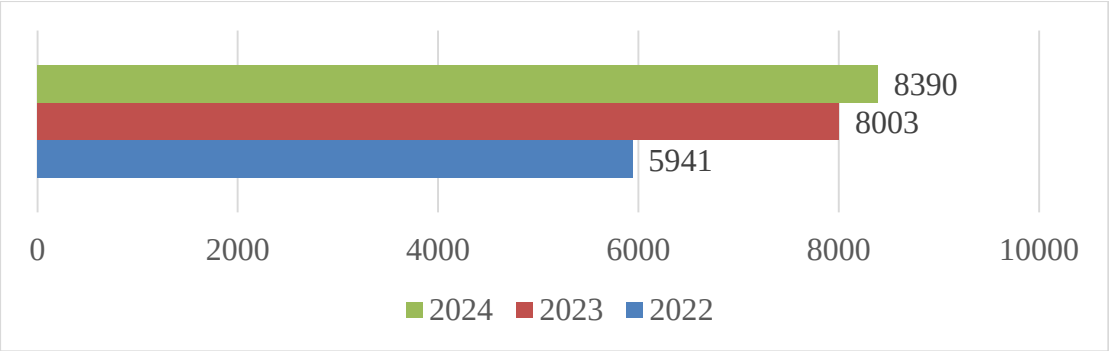


Рисунок 3 – Наличие свободных рабочих мест и вакантных должностей на конец года, республика Марий Эл, 2022-2024 годы

В части свободных рабочих мест и вакантных должностей фиксируется рост с 5941 единиц в 2022 году до 8003 в 2023 году и 8390 в 2024 году соответственно. Иными словами, спрос на рабочую силу в республике растет, причем быстрее, чем увеличивается фактическая занятость.

Рассмотрим число незанятых граждан, снятых с регистрационного учета в связи с трудоустройством, в республике Марий Эл (рис. 4).

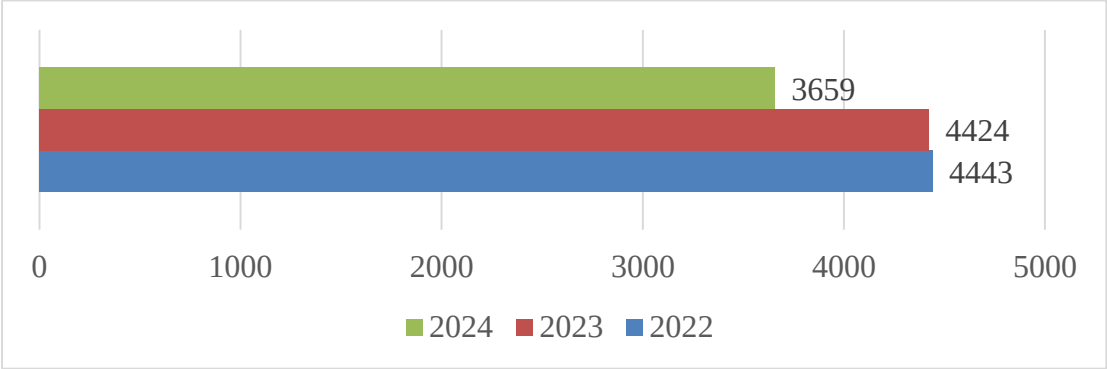


Рисунок 4 – Число незанятых граждан, снятых с регистрационного учета в связи с трудоустройством, республика Марий Эл, 2022-2024 годы, человек

Число граждан, снятых с учета в связи с трудоустройством, сократилось с 4443 человек в 2022 году до 3659 в 2024 году. При снижении зарегистрированной безработицы и росте вакансий трудоустройство через службу занятости не растет, а уменьшается. Следовательно, возможно существует структурный дисбаланс между предложением труда и запросами работодателей.

Отдельно представим статистику по сельскому хозяйству (рис. 5).

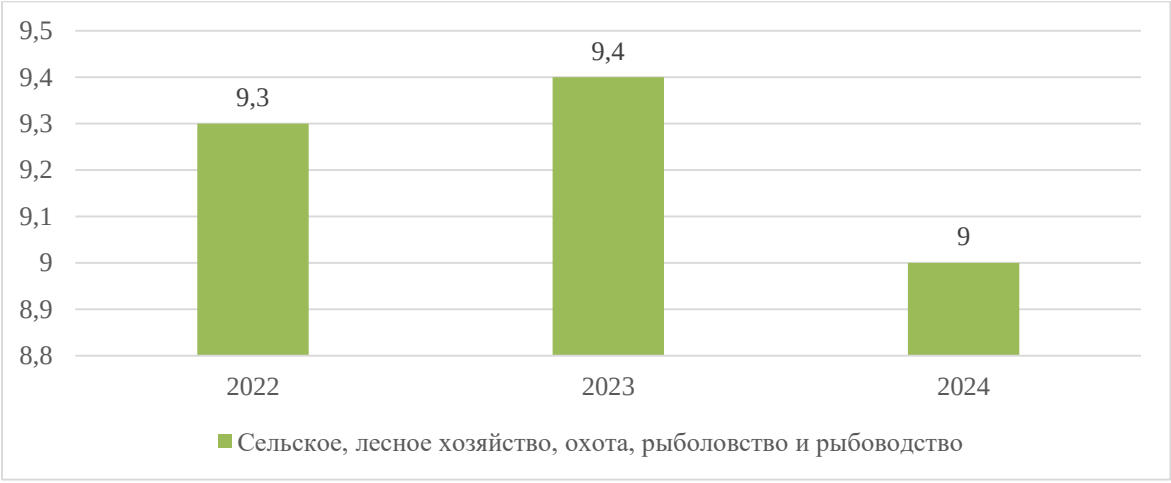


Рисунок 5 – Среднесписочная численность работников организаций Республики Марий Эл по сельскому, лесному хозяйству, охоте, рыболовстве и рыбоводству, 2022-2024 годы

Среднесписочная численность работников организаций по виду деятельности «сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в Республике Марий Эл в 2022-2024 гг. оставалась в целом стабильной, однако в 2024 году наблюдалось ее снижение до 9,0 тыс. человек против 9,3 тыс. в 2022 году и 9,4 тыс. в 2023 году, что позволяет сделать вывод об отсутствии устойчивого расширения кадровой базы агропромышленного сектора, несмотря на сохраняющуюся значимость отрасли для региональной экономики. В условиях цифровизации и технологического обновления АПК сложившаяся динамика указывает на необходимость повышения качества подготовки работников.

Сформируем график, отражающий сравнение общего количества и сельского хозяйства (рис. 6).

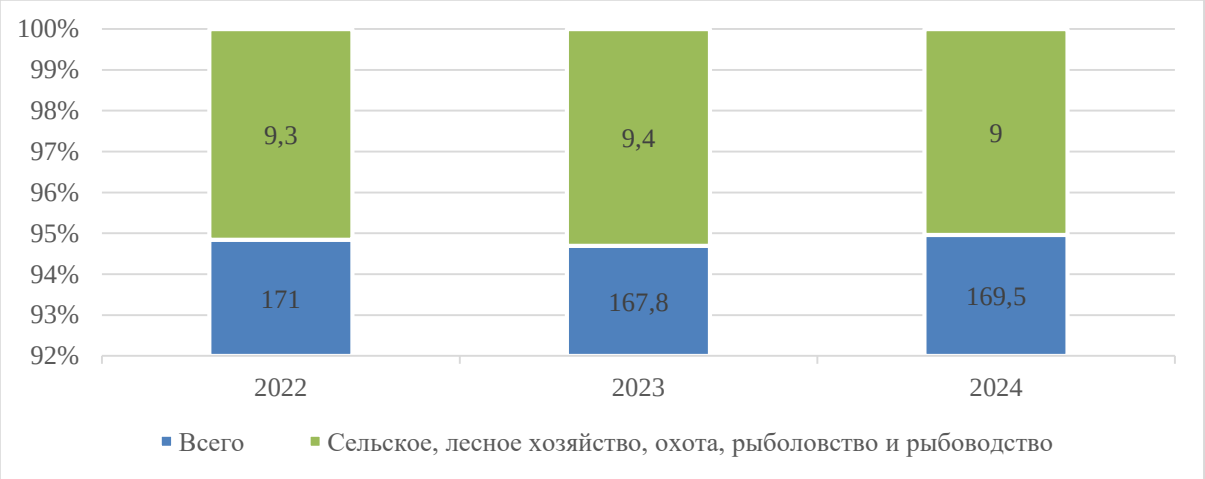


Рисунок 6 – Сравнение среднесписочной численности работников организаций Республики Марий Эл по сельскому, лесному хозяйству, охоте, рыболовстве и рыбоводству со всеми отраслями, 2022-2024 годы

Сопоставление среднесписочной численности работников аграрного сектора с общей численностью работников организаций Республики Марий Эл показывает, что доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства в структуре занятости организаций оставалась относительно стабильной и составляла около 5,3–5,6%. Следовательно, агропромышленный сектор занимает устойчивое место в региональном рынке труда, однако его кадровый потенциал не демонстрирует расширения. Следовательно, усиливается значение мер, направленных на адаптацию кадрового обеспечения АПК к условиям механизации, цифровизации и внедрения интеллектуальных информационных решений.

Проведенный анализ показывает, что в 2022-2024 гг. рынок труда Республики Марий Эл характеризовался снижением численности зарегистрированных незанятых граждан, ростом количества вакансий и относительной стабильностью общей среднесписочной численности работников организаций. Одновременно происходило сокращение числа граждан, трудоустроенных через службу занятости, что свидетельствует о формировании структурного дисбаланса между предложением рабочей силы и потребностями работодателей.

Для агропромышленного сектора Республики Марий Эл особое значение имеет то, что при устойчивом месте сельского хозяйства в структуре региональной занятости не наблюдается расширения кадровой базы отрасли, что указывает на необходимость совершенствования кадрового обеспечения АПК в условиях цифровизации, механизации и технологического обновления производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Более 4 тысяч клиентов службы занятости Республики Марий Эл нашли работу в 2024 году // Министерство труда и социальной защиты Республики Марий Эл: официальный сайт. 06.02.2025. URL: https://mari-el.gov.ru/ministries/minsoc/news/20250206-1/ (дата обращения: 12.03.2026).
2. Паспорт регионального проекта «Кадры в агропромышленном комплексе (Республика Марий Эл)» // Республика Марий Эл : официальный сайт. URL: https://mari-el.gov.ru/upload/medialibrary/7c6/ehveavvl3ssx9thzwe8ek2yg6agyf5fg.pdf (дата обращения: 13.03.2026).
3. Рынок труда и занятость населения // Маристат : Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл : официальный сайт. URL: https://12.rosstat.gov.ru/folder/27297 (дата обращения: 12.03.2026).

4. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций Республики Марий Эл в январе 2025 года // Маристат : Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл : официальный сайт. 27.03.2025. URL: https://12.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/88_Zarplata_0125.pdf (дата обращения: 12.03.2026).
5. Bick A., Blandin A., Deming D. J. The Rapid Adoption of Generative AI. NBER Working Paper 32966. Cambridge, MA : National Bureau of Economic Research, September 2024, revised February 2025. 34 p. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w32966/w32966.pdf (date of access: 12.03.2026).
6. Gmyrek P., Berg J., Bescond D. Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality. ILO Working Paper 96. Geneva : International Labour Office, 2023. URL: https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/WP96_web.pdf. DOI: 10.54394/FHEM8239 (date of access: 12.03.2026).
7. OECD. Job Creation and Local Economic Development 2024: The Geography of Generative AI. Paris: OECD Publishing, 2024. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/11/job-creation-and-local-economic-development-2024_01a245c1/83325127-en.pdf. DOI: 10.1787/83325127-en (date of access: 12.03.2026).

УДК 631.147

Замятин С.А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОФУНГИЦИДОВ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье оценивается эффективность применения биопрепаратов, изготовленных филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» в почвенно-климатических условиях Республики Марий Эл, на посеве ярового ячменя. В период исследований после уборки зерна ярового ячменя фитосанитарная экспертиза выявила высокую зараженность зерновой инфекции, которая снижает посевные качества будущих семян. Применение химических фунгицидов при протравливании семян и опрыскивании по вегетации способствует некоторому снижению патогенной инфекции на зерне. Химические фунгициды Бенифис МЭ и Титул Дуо ККР по сравнению с биологическими препаратами Баксис и Эффект Био способствовал большему увеличению урожайности зерна ярового ячменя Родник Прикамья. Это связано, прежде всего с его фунгицидными свойствами и эффективностью в уничтожении листовых и колосковых возбудителей болезней ярового ячменя.

Ключевые слова: яровой ячмень, Эффект Био, биофунгицид Баксис Ж, болезни, урожайность.

На современном этапе развития сельского хозяйства весьма остро стоит вопрос освоения экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых применение химических средств было бы сведено к минимуму или же исключено полностью. Одним из таких вариантов является переход на органическую систему ведения хозяйства. Одним из ведущих постулатов такой системы является полный отказ от химических средств защиты растений и компенсации их отсутствия через использование остальных фрагментов интегрированной системы защиты [1, 2]. Частично заменить использование пестицидов можно с помощью биопрепаратов.

Тема влияния биопрепаратов на элементы структуры урожайности и на поражение культур тем или иным видом заболевания в Российской Федерации изучена достаточно хорошо. Однако, на данный момент информации о применении биопрепаратов именно в системе органического земледелия пока недостаточно, что может являться одной из причин нежелания товаропроизводителей переходить на органическую основу ведения хозяйства.

Использовать средства защиты в органическом земледелии разрешается с одном условием: они должны иметь органическое происхождение. В качестве подобных разрешается использовать штаммы антагонистических микроорганизмов [3, 4, 5]. Либо вещества, полученные в результате жизнедеятельности этих же микроорганизмов [1, 6, 7]. Исследования по разработке подобных препаратов в РФ ведутся [8].

В литературных источниках имеется информация о применении в системе органического земледелия биологических препаратов. Вот наименования некоторых из них: Фитоспорин [7, 8, 9], Триходермин [2, 7], Баксис [9], Псевдобактерин-2 [9].

Исследованиями по использованию биофунгицидов на зерновых культурах занимались Л.Ю. Коваленко (2018), Д.С. Ясинская (2018), Ю. М. Пономарева (2022), были рассмотрены биофунгициды, зарегистрированные к использованию на озимой пшенице на основе бактерий родов Bacillus, Pseudomonas, и Trichoderma [7].

За счет использования бактерий рода Bacillus С.И. Коржову с соавторами. (2022) в опыте с озимой пшеницей удалось добиться повышения урожайности до 12,4 % в 2021 году и до 10,2 % в 2022 г. [10].

На яровом ячмене путем использования биопрепаратов удалось снизить поражение корневыми гнилями на 28,6 % и заселенность хлебным жуком на 85,7%, обеспечив при этом повышение урожайности на 7,5 – 11,4 [11]; биологическая эффективность биопрепаратов против сетчатой пятнистости в отдельных случаях достигает 83% и выше [12, 13, 14]. Внедрение биологизации, в основном идет по пути замены какого-то химического препарата на биологический. Важно подчеркнуть, что схема защиты, выстроенная только чисто биологических препаратах, пока недостаточно эффективна. Общеизвестно, что биопрепараты успешно подавляют инфекции при низких и средних уровнях поражения. В случае эпифитотии использование химических пестицидов неизбежно, но по мере ее подавления следует вернуться к экологически безопасным методам. Разработанная система комплекса химических и микробиологических препаратов не даст возможности закладки зимующих структур вредных объектов. Необходим подбор химических пестицидов, последействие которых не препятствует возобновлению работы полезных микроорганизмов. И на этом уровне предлагают вести – «химию» и «биологию», совместимую со специально подобранными химическими препаратами вместе, и постепенно отказываться от химии [15].

Исходя из вышеизложенного, изучение биопрепаратов, произведенных филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Марий Эл, и их влияние на рост, развитие и формировании продуктивности сельскохозяйственных культур, является актуальным направлением исследований. Основанием для наших исследований стало недостаточное количество данных о совместном влиянии химических препаратов и биопрепаратов, изготовленных филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Марий Эл на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Республики Марий Эл.

С целью изучения влияния биопрепаратов, изготовленных филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» на урожайность и качество ярового ячменя в 2025 году в производственных условиях проводились исследования. Полевые опыты заложены на опытном поле Марийского НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока по следующей схеме:

1. Контроль – обработка водой
2. Бенифис МЭ, 0,8 л/га + Титул Дуо ККР, 0,25 л/га
3. Баксис, 1 л/т + Эффект Био, 3 л/га

Повторность опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 500 м^2. Размещение делянок систематическое. Предшественник ярового ячменя – озимая пшеница.

Агротехника возделывания культуры общепринятая для условий Республики Марий Эл. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. В момент закладки опыта пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 2,12 %, общего азота -0,22 %, $pH_{сол}$ – 5,4, показатель гидролитической кислотности составил 2,21 мг-экв/100г почвы, сумма поглощённых оснований – 7,9 мг-экв/100г почвы. Обеспеченность почвы подвижным фосфором составила в пределах 274 мг, обменным калием – 126 мг на 1кг почвы.

Наблюдения и учеты в полевых экспериментах проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [16] статистическую обработку урожайных данных – методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [17]. Для исследований использовали сорт ярового ячменя «Родник Прикамья».

Обработка почвы опытного участка проводилась по следующей схеме: осенью – зяблевая вспашка, весной – ранневесеннее боронование, Двукратная культивация с боронованием.

Семена перед посевом обрабатывали согласно схеме опыта.

Посев провели зерновой сеялкой СЗ-5,4 29 апреля 2025 года.

В фазу полного кущения посевы обработали гербицидом Примадонна Грант в дозе 0,7 л/га. Против болезней работали согласно схеме опыта.

Таблица 1 – Влияние биологических препаратов на хозяйственно-ценные признаки ярового ячменя Родник Прикамья, 2025 г.

№ п/п	Варианты	Распространенность болезней, %	Урожай, т/га	Масса 1000 семян, г	Белок, %
1	Контроль	82	2,37	45,3	11,08
2	Бенефис + Титул Дуо	26	2,97	52,2	11,70
3	Баксис + Эффект Био	67	2,52	46,4	11,34

Посев провели 29 апреля 2025 года. Начало всходов отмечалось 14 мая. Кущение наступило на 20 день после посева. Выход трубку на 16 день после появления всходов. Колошение наступило 30 июня. Молочная спелость наступила 29 июля. Через неделю наступила полная спелость зерна. Уборку провели 29 августа.

На протяжении всего срока развития ярового ячменя выявляли распространенность гельминтоспориоза, септориоза листьев, бурой листовой ржавчины и септориоз колоса. Учет проводили по больным растениям комплексно. В таблице 1 приведены данные влияния биологических препаратов на хозяйственно-ценные признаки ярового ячменя.

На контрольных растениях распространенность болезней составила 82%, интенсивность развития болезней – 2 балла. Поражено 26-50% поверхности растения или 45% его отдельных органов.

На растениях, обработанными химическими фунгицидами, распространенность болезней была 36%, интенсивность развития болезней 2 балла при слабом поражении органа растения (19%). Биологическая эффективность фунгицида по распространению – 68,3%, по степени поражения 57,8%.

На растениях обработанных Баксис + Эффект Био, распространенность болезней была 67%, интенсивность развития болезней – 3 балла, поражено 26 – 50% поверхности растения или отдельных органов (36%). Биологическая эффективность Баксис и Эффект Био по распространению 18%, по степени поражения 20%.

Урожайность зерна ярового ячменя на контрольном варианте составила 23,7 т/га. На варианте с фунгицидами прибавка урожая составила 25,4%. При обработке Баксис + Эффект Био урожайность увеличилась на 6,3 %.

Масса 1000 семян на контроле составила 45,3 гр. Применение биологических препаратов увеличило массу 1000 семян до 46,4 гр, химических – до 52,2 гр.

Одним из основных показателей качества зерновых культур является содержание белка в зерне. Результаты опыта показывают, что чем выше урожайность яровой пшеницы, тем больше содержание белка в зерне. Наименьшие показатели содержания белка в зерне ярового ячменя показывает контрольный вариант – 11,08%, наибольшие – 11,70% была на варианте с применением химических фунгицидов. Промежуточное положение – 11,34% занимал вариант с применением биологических средств защиты.

После уборки урожая мы провели фитосанитарную экспертизу полученного зерна ярового ячменя по ГОСТ 12044-93 (табл. 2).

Таблица 2 – Фитосанитарная экспертиза зерна ярового ячменя,% (2025 г.)

№ п/п	Варианты	Общая зараженность	Фузариоз	Гельминтоспориоз	Альтернариоз
1	Контроль	87,4	2,3	31,6	53,5
2	Бенефис + Титул Дуо	72,1	1,6	21,8	48,7
3	Баксис + Эффект Био	81,6	1,9	24,6	55,1

Исследования фитосанитарной экспертизы зерна ярового ячменя показали, что уровень фитопатогенной микрофлоры был довольно высоким. По вариантам опыта составил от 72,1 до 87,4%.

Наибольшее значение патогенного комплекса 87,4%, в том числе гельминтоспориоза 31,6 % было на контрольном варианте. На 2 варианте, где применяли химические применяли фунгициды, общая зараженность зерна снизилась на 15,3%, в том числе гельминтоспориозом на 9,8% и составила 72,1 % и 21,8 % соответственно. Промежуточное положение занимал вариант с применением биологических фунгицидов. На этом варианте общая зараженность зерна составила 81,6%.

Таким образом, в период исследований после уборки зерна ярового ячменя фитосанитарная экспертиза выявила высокую зараженность зерновой инфекции, которая снижает посевные качества будущих семян. Однако применение химических фунгицидов при протравливании семян и опрыскивании по вегетации способствует некоторому снижению патогенной инфекции на зерне.

Таким образом, химические фунгициды Бенифис МЭ и Титул Дуо ККР по сравнению с биологическими препаратами Баксис и Эффект Био способствовал большему увеличению урожайности зерна ярового ячменя Родник Прикамья. Это связано, прежде всего с его фунгицидными свойствами и эффективностью в уничтожении листовых и колосковых возбудителей болезней ярового ячменя. Получение высоких урожаев ярового ячменя в органическом земледелии напрямую зависит от эффективности защитных мероприятий. В период исследований после уборки зерна ярового ячменя фитосанитарная экспертиза выявила высокую зараженность зерновой инфекции, которая снижает посевные качества будущих семян. Однако применение химических фунгицидов при протравливании семян и опрыскивании по вегетации способствует некоторому снижению патогенной инфекции на зерне.

Список литературы

1. Баранов А.П. Препараты для защиты растений в органическом земледелии / Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической системы земледелия: сб.

материалов / ФГБНУ «ВНИИ агрохимии; 53-я Международная науч. Конф. Молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвящ. 155-летию со дня рождения проф. Александра Васильевича петербургского (24 – 25 октября 2019; Москва). – Москва, 2016. – С. 9 – 15.
2. Ясиская Д.С. Применение биопрепаратов на основе грибов рода Trichoderma в органическом земледелии / Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: сб. материалов / Омский ГАУ; Международная науч.-практ.конф. (30 марта 2020; Омск). – Омск, 2020. – С. 500 – 504.
3. Реденкова А.А. Перспективы использования метаболитов гриба рода Trichoderma в органическом земледелии как альтернативы химической обработке / сетевой научный журнал ОрелГАУ. – 2017. №1 (8). – С. 32 – 35.
4. Сологуб И.И. Влияние биологических препаратов на рост и развитие сельскохозяйственных растений // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сб. материалов / Пензенский ГАУ; Международная науч.-прак. Конф. Молодых ученых (24 – 26 марта 2021; Пенза). – Пенза, 2021. – С. 139 – 142.
5. Урбан Г.А., Челбин С.М., Кротова О.Е. [и др.] Целесообразность использования микробиологического фунгицида Бисолбисан, Ж при выращивании озимой пшеницы в Ростовской области // Стратегия и векторы развития АПК: сб. материалов / Кубанский ГАУ (15 ноября 2021; Краснодар). – Краснодар, 2021. – С. 205-262.
6. Григорьева М.В., Ивойлова Э.А., Уткина В.В. Средства защиты растений, разрешенные в органическом земледелии // Научные исследования в современном мире. Теория и практика: сб. материалов /РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; Всерос. (национальная) науч.-практ. конф. (10 ноября 2021; Санкт-Петербург). Санкт-Петербург, 2021. – С. 42-45.
7. Коноваленко Л.Ю. Биологические средства защиты для органического земледелия // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. материалов / Прикаспийский НИИ аридного земледелия; Международная науч.-практ. конф. (18-19 июля 2018; Соленое Займище). Соленое Займище, 2018. – С. 26-36.
8. Оленин О.А., Зудулин С.Н. Элементы органической технологиивозделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья / Аграрный весник Урала. – 2022. - № 3 (218). – С. 13 – 23.
9. Пономарева Ю.М., Демин Е.А. Биопрепараты в органическом земледелии // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сб. материалов / Тюменский ГАУ; LVII Студенческая науч.-практ. конф. (30 ноября 2022; Тюмень). – Тюмень, 2022. – С. 168-177.
10. Коржов С.И., Голубцов Д.Н., Климкин А.Ф. и др. Производство зерна озимой пшеницы по технологии органического земледелия // Аграрный научный журнал. – 2022. - № 11. – С. 43-48.
11. Красноперов А.Г. Зарудный В.А., Черницина В.Е. Возделывание спельты и полбы в органическом земледелии // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сб. материалов / ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»; IV Международная науч.-практ. конф. (13 – 15 июля 2022; Курск, 2022. – С. 130-134.
12. Анисимов А.И., Доброхотов С.А. Использование биологических средств защиты растений в органическом земледелии // Агропромышленный комплекс России: состояние, тенденции и перспективы развития, подготовка кадров: сб. материалов / СПб ГАУ; Национальная науч.-практ. конф. В рамках Деловой программы Агротехнической выставки «Всероссийский День поля – 2019» (10 – 12 июля 2019; Санкт-Петербург). Сакнкт-Петербург, 2019. – С. 3-7.
13. Анисимов А.И., Чернявина Н.В., Доброхотов С.А. Борьба с сетчатой пятнистостью ячменя с помощью биопрепаратов системе органического земледелия // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сб. материалов / СПб ГАУ; Международная науч.-практ. конф. Молодых ученых и аспирантов (25 – 27 февраля 2016; Санкт-Петербург). – Снкт-Петербург, 2016. – С. 3-6.
14. Доброхотов С.А., Анисимов А.И. Использование биопрепаратов для борьбы с вредителями насекомыми в органическом земледелии Вестник защиты растений. – 2016. - № 3 (89). – С. 62-64.
15. Козлова Е.А., Биологизация систем защиты сельскохозяйственных культур от болезней Вестник аграрной науки №1(94), февраль 2022. DOI: 10.17238/issn/2587-666X/2022.1.17
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. – М.: Колос. – 1985. – 267 с.
17. Доспехов Б. А. Методы полевого опыта с основами статистической обработки. // Изд-е 5-е, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1985. 351 с.

УДК 633.11

Замятин С. А., Максимова Р.Б.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Изучена хозяйственная эффективность сортов яровой пшеницы. Исследования выполнены на полях Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В результате проведенных исследований установлено, что в 2025 году сорт Загадка ФГБНУ «Челябинского НИИСХ» достоверно превысил стандарт на 8,1 ц/га, при урожайности стандарта Баженка 61,7 ц/га. Масса 1000 зерен на этом сорте составила 44,5 гр. Тогда как у стандарта она была на уровне 43,7 гр.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, селекционные центры, урожайность, масса 1000 семян.

Мировой опыт свидетельствует, что последовательный рост урожайности возделываемых культур базируется на совершенствовании технологии возделывания и достижения селекции [1]. При этом совершенствование агротехнологических приемов требует значительных материальных затрат, тогда как сорт – наиболее экономически выгодный фактор повышения урожайности. Однако для того чтобы он проявил свои полезные генетические свойства необходимо обеспечить соответствующую технологию возделывания сорта.

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства повышенные требования предъявляются к сорту. Наряду с высоким потенциалом продуктивности и комплексом прочих количественных и качественных показателей (высокие хлебопекарные качества, устойчивость к полеганию, болезням и вредителям и т.д.), сорт должен обладать высокой пластичностью и минимально реагировать на изменяющиеся условия возделывания, поскольку в современных условиях хозяйствования вкладываются большие финансовые средства при возделывании сельскохозяйственных культур и потери от недобора урожайности могут существенно подорвать экономику любого предприятия. Так, например, на пшенице удобрения вносятся в несколько приемов – в основное внесение, перед посевом или при севе и в виде подкормок, проводится двух-трехкратная защита против сорняков, вредителей и болезней и т.д. И конечно же при столь существенных затратах на возделывание, собственник стремится минимизировать возможные риски недопущения урожая. И одним из таких рисков, как и указывалось ранее является использование низкопластичного сорта, который в один год может сформировать урожайность в 50-60 ц/га, а в другой 25-30 ц/га.

Цель наших исследований – изучить новые и перспективные сорта яровой пшеницы, наиболее адаптивные к условиям Республики Марий Эл. Исследования закладывались в соответствии с методикой опытного дела и методикой государственного сортоиспытания [2, 3]. Место проведения исследований – опытное поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Общая площадь делянок – 30 м^2, учётная – 25 м^2.Повторность вариантов трёхкратная, расположение делянок в опыте систематическое. Предшественник – озимая пшеница. Количество изучаемых сортов 8 (таблица 1). Стандарт – сорт яровой пшеницы Баженка.

Таблица 1 – Сорта яровой пшеницы, 2025 г

Сорт, гибрид	Оригинатор	Год включения в реестр	Регион допуска	Срок созревания
Баженка, st	ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока им.Н.В. Рудницкого	2011	4	среднеранний
Каравайка	ИСА филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ	2025	3	среднеспелый
Ульяновская 115	ФГБНУ Самарский ФНЦ	2025	3,5,7,9	среднеспелый
Темп	ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока им.Н.В.Рудницкого	2025	1	среднеспелый
Загадка	ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»	2025	9	среднепоздний
Модава	ФГБНУ Самарский ФИЦ РАН	2025	3	среднеспелый
Памяти Тюнина	ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»	2025	9	среднеспелый
Экада 279	ФГБНУ ФНЦ лубяных культур, г. Тверь	2025	9	среднеспелый

Норма высева испытуемых сортов 5 млн. всхожих семян на гектар - рекомендуемая и применяемая в хозяйствах республики на сегодняшний день.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная с содержанием гумуса – 2,8% (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора 624 мг/кг почвы, обменного калия – 252мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91), pH – 6,6% (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований – 29 мг-экв/100 г почвы.

Обработка почвы опытного участка проводилась по следующей схеме: осенью – зяблевая вспашка, весной – ранневесеннее боронование, Двукратная культивация с боронованием.

Семена перед посевом обрабатывали баковой смесью протравителей Оплот трио 0,6 л/т + Табу 0,5 л/т

Весной, перед культивацией были внесены сложные минеральные удобрения (нитроаммофоска), в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ (375 кг/га), а в фазу кущения растения подкормили аммиачной селитрой в дозе N_{30} (88 кг/га).

Посев провели селекционной сеялкой 29 апреля 2025 года.

В фазу полного кущения посевы обработали баковой смесью, состоящий из гербицида Бомба, в дозе 0,03 кг/га, фунгицида Колосаль Про в дозе 0,4 л/га и инсектицида Борей в дозе 0,1 л/га. Затем еще было проведено две обработки в фазу трубкования – баковой смесью препаратов Спирит (0,7 л/га) + Борей Нео (0,2 л/га) и в фазу колошения –Боли (0,8 л/га) + Борей Нео (0,2 л/га)

Агроклиматические условия на протяжении вегетационного периода роста и развития растений яровой пшеницы отличались от их средних многолетних значений за счёт объёмов выпавших осадков и превышения температурных среднесуточных значений (таблица 2).

Таблица 2 – Метеорологические условия 2025 года

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Температура воздуха, °С:	8,0	13,7	16,9	19,4	17,5
отклонение от нормы, ± °	+3,1	+0,9	-0,1	+1,3	+0,7
Сумма эффективных температур, °С		424,7	507,0	601,4	542,5
Сумма осадков по декадам, мм:	31,3	73,7	140,2	67,4	123,6
Отклонение от нормы, %	100	187	219	88	192
Гидротермический коэффициент (ГТК), за месяц	1,03	1,74	2,77	1,12	2,28
Гидротермический коэффициент (ГТК), за сезон	1,95				

В большую часть третьей декады апреля наблюдалась теплая и аномально-теплая погода с редкими осадками. В среднем за декаду температура воздуха составила 11°С, что на 3°С выше средних многолетних значений. Дожди в течение декады были несущественными. В сумме за декаду выпало 3 мм или 25% нормы осадков. Условия для проведения полевых работ в третьей декаде апреля были в основном благоприятными. В мае наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с частыми осадками. В среднем температура воздуха была на 1°С выше средних многолетних значений. Осадки были существенными. В сумме за месяц выпало 190% нормы осадков. Первая половина июня была тёплой, Вторая половина - умеренно холодной. В среднем температура воздуха в июне составила 17°С, что около средних многолетних значений (-0,1°С). Дожди наблюдались в течение 12-14 дней. В сумме за июнь выпало 140% нормы. В среднем за июль месяц температура воздуха составила 19°С, что на 0,1°С превышает средние многолетние значения. Дожди наблюдались в течение всей первой декады и несколько дней в третьей декаде июля. Всего с осадками было 9-13 дней, с существенными 5-8 дней. В сумме за июль выпало 88% нормы осадков. Очень теплая, временами жаркая погода наблюдалась в большую часть первой декады августа: максимальная температура воздуха составляла 29°С, в самые жаркие дни 2-4 августа повышалась до 30-31°С. В среднем за месяц температура воздуха составила 17,5°С, что на 0,7°С выше средних многолетних значений. Дожди наблюдались часто, временами сопровождались грозами и ливнями. За счет таких дождей выпало 191% нормы осадков.

В целом, агрометеорологические условия периода вегетации яровой пшеницы в 2025 году были благоприятными для его роста и развития, и позволили сформировать столь значимый урожай.

В таблице 3 приведены данные по зерновой продуктивности яровой пшеницы в условиях вегетационного 2025 года. В качестве стандарта использовали сорт Баженка селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, включенный в реестр с 2011 года.

Таблица 3 – Урожайность сортов яровой пшеницы, 2025 г

Сорт	ц/га	± к St		масса 1000 зерен, гр.
		ц/га	%	
Баженка, st	61,7			43,7
Каравайка	49,3	-12,4	-20,1	48,1
Ульяновская 115	56,6	-5,1	-8,3	44,8
Темп	57,7	-4	-6,5	43,4
Загадка	69,8*	8,1	13,1	44,5
Модава	58,6	-3,1	-5,0	46,9
Памяти Тюнина	41,0	-20,7	-33,5	43,5
Экада 279	59,2	-2,5	-4,1	48,7
$НСР_{05}$	4,2			

* - достоверно на 0,05%-ном уровне значимости.

Из изучаемого ассортимента сортов в 2025 году только один сорт достоверно превысил стандарт по урожайности – это сорт Загадка, у которого урожайность составила 69,8 ц/га, что выше, чем у стандарта Баженка на 8,1 ц/га, при наименьшей существенной разнице 4,2 ц. Достоверно ниже урожайность была двух сортов: Каравайка и Ульяновская 115. Прохладная погода и с большим количеством осадков во второй половине июня (ГТК 2,77) оказала положительное влияние на формирование выполненного зерна. Масса 1000 зёрен в зависимости от сорта варьировала от 43,7 (Баженка) до 48,7 (Экада 279) г.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в 2025 году сорт Загадка ФГБНУ «Челябинского НИИСХ» достоверно превысил стандарт на 8,1 ц/га, при урожайности стандарта Баженка 61,7 ц/га. Масса 1000 зерен на этом сорте составила 44,5 гр. Тогда как у стандарта она была на уровне 43,7 гр.

Список литературы

1. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рековендованных для возделывания в Центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Селекция м семеноводствояровых зерновых культур: Избранные труды. М.: Немчиновка, 2008. С. 61.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267с.

УДК 635.21:631.527

Замятин С. А., Максимова Р.Б.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ИСЛЕДОВАНИЯ ПО КАРТОФЕЛЮ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье представлены экспериментальные данные исследований по испытанию гибридов картофеля первого года. По результатам исследований, в питомнике гибридов первого года отобраны 18 гибридных комбинаций из 421 высаженных гибрида. Процент отбора в среднем по питомнику составил 4,3 %. Все отобранные гибриды были с продуктивностью с куста выше 1 кг.

Ключевые слова: Solanum tuberosum L., селекция, сортообразец, селекционный питомник, продуктивность

Картофель – одна из важнейших продовольственных культур, возделываемых не только в Российской Федерации, но и в Республике Марий Эл. Ценность данной культуры состоит в том, что она универсальна: используется как на пищевые, так и на технические цели. Содержание большого количество углеводов, белков, витаминов по праву делают его одним из основных продовольственных культур. В промышленности картофель используют для получения крахмала, т.к. по его содержанию он дает наивысшие сборы, которые не имеют равных по сравнению с другими культурами. Кроме того, картофель является хорошим предшественником для всех зерновых культур [1, 2].

В последние годы в связи с зарубежными санкциями на ввоз некоторых промышленных товаров, продуктов питания, в том числе картофеля, остро встал вопрос развития селекции и семеноводства картофеля, необходимости создания отечественных сортов, снижения зависимости от импорта зарубежных поставок [3].

Требования сельскохозяйственного производства к создаваемым сортам картофеля постоянно растут и на ближайшую перспективу включают не только высокую и стабильную продуктивность, но и отличные товарные характеристики, питательную ценность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды, наиболее вредоносным болезням и вредителям, адаптацию к почвенно-климатическим условиям возделывания, пригодность к длительному хранению и промышленной переработке [4, 5].

В связи с вышеизложенным проведение исследований, направленных на повышение эффективности селекции по комплексу важнейших показателей и создание на этой основе конкурентоспособных сортов картофеля различных групп спелости и целевого назначения, имеет важное теоретическое значение и высокую актуальность на современном этапе развития картофелеводства Российской Федерации.

В настоящее время селекцией и семеноводством в сегменте картофеля в России занимается достаточно большое число научно-исследовательских институтов и компаний. Особый вклад в развитие селекции и семеноводства картофеля вносит Федеральный исследовательский центр

картофеля имени А.Г. Лорха, созданные там сорта не уступают зарубежным аналогам по хозяйственно полезным признакам [6, 7].

Создание новых и перспективных сортов картофеля отечественной селекции с высокими показателями продуктивности и качества, которые отвечают требованиям рынка, является актуальным.

Научно-исследовательская работа в области селекции картофеля в институте проводится в сотрудничестве с ФГБНУ ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха. Отдула присылаются одноклубневки для дальнейшего изучения. Селекционная работа по картофелю в институте организована по типу экологического испытания.

Цель исследования – выявление новых гибридов картофеля, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях, пригодных для выращивания в условиях Республики Марий Эл (Волго-Вятский регион).

Вегетационный период 2025 года отличался неравномерным выпадением осадков по месяцам. Май характеризовался на 0,9°С выше климатической нормы среднемноголетних значений. К посадке приступили в обычные для данного региона сроки посадки. ГТК июня составил 2,77. В критический период завязывания клубней (июль) выпало 88% осадков от климатической нормы, на этот же период пришлось повышение температуры воздуха (на +1,3 к климатической нормы). В целом за вегетацию ГТК составил 1,95, что положительно сказалось на продуктивности картофеля.

Исследования гибридных комбинаций картофеля проводили в семеноводческом севообороте опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Почва участка, на котором были размещены селекционные питомники, дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса – 1,86 %, $pH_{сол}$ – 6,1; содержание подвижного фосфора – 248 мг/кг, обменного калия – 204 мг/кг (по Кирсанову). Предшествующая культура – яровой ячмень, возделываемый по чистому пару. Осенью проводили зяблевую вспашку на глубину 20 см трактором МТЗ-82, агрегатируемым с плугом ПЛН-4-3. Весной – закрытие влаги, культивацию в два следа.

Посадку питомника первого года проводили в предварительно нарезанные гребни по схеме 70 х 35 см, с шириной междурядий 70 см, вручную 22 мая. Через неделю провели первую междурядную обработку. В начале всходов провели следующую междурядную обработку, а последующее рыхление через две недели трактором МТЗ-82 агрегатируемым с КФК-2,8. Удобрения в питомниках не вносились.

Питомник испытания гибридов первого года был посажен без повторностей и стандартов.

Наблюдения и учеты проводили согласно общепринятым методикам [8, 9].

В 2025 году в питомнике испытания гибридов первого года в Марийском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, было высажено 421 клубней полученных из ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха по 10 гибридным комбинациям, отобрано 18 гибридов (процент отбора в среднем по питомнику составил 4,3 %) (таблица). Все отобранные гибриды были с продуктивностью с куста выше 1 кг.

При отборе учитывали форму клубня, глубину глазков, длину столонов, устойчивость клубней к болезням, продуктивность куста. Все отобранные гибриды перспективны и обладают компактным гнездом, ровными клубнями с привлекательным внешним видом, мелким залеганием глазков. Отбор в данном питомнике всегда небольшой (4-6 %). По максимальному отбору из гибридных комбинаций выделились следующие генотипы:

Селекционный номер 02-25 (Аляска × Лабадия) – отобрано 6,5 % (3 из 46 высаженных клубня). Количество клубней от 12 до 16 шт., в среднем 14,3 шт.; продуктивность с куста от 1450,0 до 1995,0 гр., в среднем 1746,0 гр. Клубни с желтой, розовой и фиолетовой кожурой, овальной или овально-округлой формы; глазки глубиной от мелких до глубоких. Мякоть клубня – белая или желтая.

Селекционный номер 06-25 (Кроне × Ариэль) – отобрано 3,8 % (2 из 53 высаженных штук). Количество клубней от 19 до 20 шт., в среднем 19,5; продуктивность с куста от 1460,0 до 2240,0 гр., в среднем 1850,0 грамм. Клубни гибридов с желтой кожурой, глазками от средних до глубоких, овальной и удлиненно-овальной формы, цвет мякоти клубней – белая.

Таблица – Результаты отбора гобридов 1 года, полученных из ФАНЦ Северо-Востока (ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха), 2025 г

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Высаженные гибриды, шт.	Отобранные гибриды, шт	Отбор, %
1	01-25	Гранада х Белларoза	33	1	3,0
2	02-25	Аляска х Лабадия	46	3	6,5
3	03-25	Рикарда х Лабадия	38	2	6,3
4	04-25	Индиго х Фиолетовый	31	1	3,2
5	05-25	Севим х Рикарда	48	3	6,3
6	06-25	Кроне х Ариэль	53	2	3,8

7	07-25	Фламинго х Ариэль	63	3	4,8
8	08-25	Севим х Ариэль	53	3	5,7
9	09-25	Сибиряк х Мираж	22	Отбраковано	
10	10-25	Багира х Сюрприз	34	Отбраковано	
			421	18	4,3

Селекционный номер 08-25 (Севим × Ариэль) – отобрано 5,7% (3 из 53 шт.). Количество клубней от 15 до 27 шт., в среднем 20,7 шт., продуктивность с куста от 2000,0 до 2600,0 гр. Клубни с желтой кожурой овально-округлой или овальной формы, с глазками средней глубины. Мякоть желтая.

Отобранные гибриды заложены на хранение в отдельные пакеты с присвоением номера. В 2026 году сохранившиеся гибриды будут использованы для закладки питомника гибридов 2 года.

Список литературы

1. Малявко А.А., Марахленко А.В., Борисова Н.П. Качество картофеля влияет на потребительские свойства переработанных продуктов // Аграрная наука. 2021. № 7-8. С. 99-103. DOI: 10,32634/0869-8155-2021-351-7-8-99-103
2. Шанина Е.П., Оберюхтин Д.А. Хозяйственно полезные признаки картофеля, позволяющие прогнозировать его урожайность // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. № 26 (6). С. 1226-1240. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1226-1240
3. Жевора С.В. Развитие селекции и семеноводства картофеля в России // Картофель и овощи. 2025. № 1 С. 38-42.
4. Лыскова И.В., Башлакова О.Н., Пермяков П.В., Кратюк Е.И. Новый сор картофеля Забияка для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. - № 26(6). – С. 1218-1225. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1219-1225
5. Замятин С.А. , Максимова Р.Б. Результаты изучения новых селекционных номеров картофеля в питомнике гибридов 2 года // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения / Материалы международной научно-практической конференции. Выпуск XXVII. Йошкар-Ола: Мар.гос.ун-т, 2025 – С. 13-15.
6. Симаков Е.А. Митюшкин А.В., Журавлев А.А. и др. Селекция конкурентоспособных сортов картофеля для различного назначения // Картофель и овощи. 2023. - № 1 С. 35-40.
7. Абазов А.Х., Абидова Г.Х., Лихова З.Х. и др. Селекционные исследования по картофелю в Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 5 – С 180-190. DOI: 10,35330/1991-6639-2025-27-5-180-190
8. Методика исследований по культуре картофеля. - М., 1967. - 263 с.
9. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля /Симаков Е.А., Склярова Н.П., Яшина И.М.. - М. ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.

УДК 633.15

Замятин С. А., Максимова Р.Б.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

СОРТОИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В данной работе приведены результаты испытаний гибридов кукурузы различных селекционных центров, которые проведены на опытном участке Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В исследованиях были изучены 15 гибридов кукурузы. Установлены наиболее продуктивные гибриды, отличающиеся наиболее высокой урожайностью зеленой массы и початков.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, зеленая масса, початки

В решении задачи повышения валовых сборов продуктов растениеводства кукуруза занимает особое место. Она является одной из наиболее распространенных культур в мировом земледелии. По валовому сбору и занимаемым площадям кукуруза уступает только пшенице и рису. По своей универсальности кукуруза превосходит почти все зерновые культуры, на корм скоту используется силос, зеленая масса и сухие стебли кукурузного растения. Академик В.С. Сотченко отмечает большую роль и значение кукурузы в экономике, повышении продовольственной безопасности – кукуруза по урожайности превосходит возделываемые зерновые культуры, а по сбору и качеству силосной массы является незаменимой культурой [1].

Основными путями увеличения объемов производства кукурузного зерна и высококачественных сочных кормов являются:

- совершенствование технологий возделывания кукурузы и заготовки кормов;
- расширение площадей за счет посева в зонах с коротким вегетационным периодом и достаточными запасами влаги (гибриды группы спелости ФАО 150-300);
- создание новых, более урожайных, технологичных, приспособленных к произрастанию в экстремальных для этой теплолюбивой культуры гибридов [2, 3].

Для получения высоких урожаев зерна кукурузы необходимы гибриды с высоким потенциалом урожайности, приспособленные для выращивания в зонах с коротким безморозным периодом (группы спелости ФАО 150-350) Важным свойством создаваемых гибридов является экологическая стабильность – способность незначительно снижать урожай при ухудшении условий выращивания [4].

Цель наших исследований – изучить урожайность початков и зеленую массу гибридов кукурузы в условиях Республики Марий Эл. Опыты проводились на полях Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В изучении взято 15 гибридов различных селекционных центров (таблица 1).

Таблица 1 – Гибриды кукурузы, изучаемые в опыте, 2025 г

Сорт, гибрид	Оригинатор	Год включения в реестр	Регион допуска	Срок созревания
Росс 138 МВ, St	ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, г. Краснодар	2025	7,10,11	очень ранний
ЛД 1377	ООО НПО Семеноводство Кубани, Краснодарский край	2025	2,7,9,11	очень ранний
Воронежский 162 СВ	ООО «Агрогибрид», Воронежская область, ФГБНУ ВНИИ Кукурузы, Ставропольский край	2025	4,7,8,9,10	ранний
Воронежский 150 СВ	ООО «Агрогибрид», Воронежская область, ФГБНУ ВНИИ Кукурузы, Ставропольский край	2025	9,10,11	ранний
Онега	Чернявский Константин Николаевич, г. Белгород	2025	2,3,4,5,7, 10	раннеспелый
Краснодарский 201 МВ	ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, г. Краснодар	2025	3,,9,10	среднеранний
Пятигорский 146 МВ	ФГБНУ ВНИИ Кукурузы, Ставропольский край	2025	7,10,11	очень ранний
Северина	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2020	2,3,4,5,7,8,9,10,11,12	ранний
Родник 179 СВ	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2003	2,3,4,5,7,9,10	ранний
Родник 180 СВ	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2005	2,3,7,9,10	ранний
Прохладненский 175 СВ	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2020	3,7,10,12	раннеспелый
Берта	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2020	2,3,4,6,7,8,9,10,11, 12	очень ранний
Дарина МВ	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2015	3,4,5,6,7,8,9,10	ранний
Родник 292 МВ	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2005	3,5,7,9	среднеранний
Вилора	ООО ССЦ «Отбор», КБР	2021	2,3,5,7,8,9,11,12	очень ранний

Опыт был заложен и проведен в соответствии со следующими методиками: «Методика полевого опыта Б.А. Доспехова [5] и «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

Общая площадь делянок – 30 м^2, учётная – 25 м^2.

Повторность вариантов трёхкратная, расположение делянок в опыте систематическое.

Предшественник – озимая пшеница.

Весной, перед культивацией участка были внесены сложные минеральные удобрения (нитроаммофоска), в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ (375 кг/га), а в момент формирования 5 листа кукурузы подкормили аммиачной селитрой в дозе N_{60} (176 кг/га).

Посадку кукурузы произвели 5 мая ручной сажалкой нормой 0,095 млн. всхожих семян на гектар по схеме: 70 х 15 см.

Появление всходов выпало на неблагоприятный для прорастания гибридов кукурузы период. В большую часть первой декады июня наблюдалась умеренно холодная, в отдельные дни аномально холодная для этого времени погода с ежедневными осадками. В период июль-август, во время интенсивного роста растений, стояла теплая, временами жаркая погода с высоким уровнем осадков. Частые дожди уплотняли почву так, что приходилось фрезеровать ее.

Во второй декаде октября наблюдалась благоприятная для проведения уборки зеленой массы и початков. Стояла теплая погода с редкими дождями.

Учет урожая зеленой массы гибридов на силос и початков на корнаж был проведен 16 октября. Установившаяся в большую часть месяца теплая и сухая погода позволила провести учет зеленой массы гибридов кукурузы и урожая початков. На момент уборки отмечено начало полной спелости, что свидетельствует о готовности массы к проведению уборки для заготовки не только силоса, но и корнажа. 4 июня в момент формирования четвертого листа растения кукурузы опрыснули гербицидом Фултайм в дозе 2/га. Высокое применение минеральных удобрений и благоприятные погодные условия вегетационного 2025 года позволили сформировать высокую продуктивность как зеленой массы, так и початков гибридов кукурузы (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность зеленой массы и початков гибридов кукурузы, 2025 г

Гибрид	Урожайность т/га			
	зеленой массы	± к St	початков	± к St
Росс 138 МВ, St	83,3		24,8	
ЛД 1377	99,0	+15,7	28,6	+3,8
Воронежский 162 СВ	95,2	+11,9	31,0	+6,2
Воронежский 150 СВ	114,8	+31,4	25,7	+1,0
Онега	119,0	+35,7	25,7	+1,0
Краснодарский 201 МВ	115,2	+31,9	32,4	+7,6
Пятигорский 146 МВ	79,5	-3,8	24,3	-0,5
Северина	79,5	-3,8	11,9	-12,9
Родник 179 СВ	81,9	-1,4	21,9	-2,9
Родник 180 СВ	86,2	+2,9	7,1	-17,6
Прохладненский 175 СВ	109,0	+25,7	21,0	-3,8
Берта	81,0	-2,4	21,0	-3,8
Дарина МВ	84,8	+1,4	33,3	+8,6
Родник 292 МВ	71,9	-11,4	14,3	-10,5
Вилора	100,0	+16,7	24,3	-0,5
Среднее по опыту	**93,4**		**23,2**	
$НСР_{05}$	**3,1**		**1,1**	

* - достоверно на 0,05%-ном уровне значимости.

Из изучаемого ассортимента гибридов кукурузы в 2025 году по продуктивности зеленой массы наиболее достоверно превысили стандарт Росс 138 МВ с урожайностью 83,3 т/га следующие гибриды: ЛД 1377 (+15,7 т/га), Воронежский 162 СВ (+11,9 т/га), Воронежский 15 СВ (+31,4 т/га), Онега (+35,7 т/га), Краснодарский 201 МВ (+31,9 т/га), Прохладненский 175 СВ (+25,7 т/га). Результаты урожайности зеленой массы в пределах ошибки опыта были у гибридов: Родник 180 СВ, Берта и Дарина МВ. Достоверно ниже продуктивность зеленой массы была у: Пятигорский 146 МВ (-3,8 т/га), Северина (-3,8 т/га) и Родник 292 МВ (-11,4 т/га).

При оценке продуктивности изучаемых гибридов кукурузы по урожайности початков отмечается, что наибольший показатель зафиксирован у гибридов: ЛД 1377 (28,6 т/га), Воронежский 162 СВ (31,0 т/га), Краснодарский 146 МВ (32,4 т/га), Дарина МВ (33,3 т/га). На контрольном варианте (Росс 138 МВ) было сформировано 24,8 т/га урожая початков. Это достоверно ниже выше перечисленных гибридов. Достоверно ниже стандартного гибрида, по урожайности початков были следующие образцы кукурузы: Северина (11,9 т/га), Родник 179 СВ (21,9 т/га), Родник 180 СВ (7,1 т/га), Прохладненский 175 СВ (21,0 т/га), Берта (21,0 т/га), Родник 292 МВ (14,3 т/га). Урожайность этих гибридов

Таким образом, сортоиспытание гибридов кукурузы по урожайности зеленой массы и початков – это важный шаг по оценке и установлению целесообразности возделывания их в конкретной природно-климатической зоне. В ходе проведенных исследований были выделены гибриды, как по урожайности зеленой массы, так и по урожайности початков.

Список литературы

1. Сотченко В.С. Роль кукурузы в повышении продовольственной безопастности страны // Вестник РАН. 2015. Т. 85. № 1. С. 12-14.
2. Ахияров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Абдулвалеев Р.Р., Ахиярова Л.М., Валитов А.В. Сортоиспытание гибридов кукурузы // ВЕКовое растениеводство / Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию каферды растениеводства. Пермь, 2023. С. 11-16.
3. Ахияров Б.Г., Сотченко Е.Ф., Исламгулов Д.Р. Агроэкологическое сортоиспытание разных групп спесости гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан // Современные тенденции технологического развития АПК / Материалы международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий и 300-летию российской академии наук. Ижевск. 2025. С. 9-17.
4. Ахияров Б.Г., Сотченко Е.Ф., Исламгулов Д.Р., Абдулвалеев Р.Р., Ахиярова Л.М. Конкурсное сортоиспытание разных групп спелости гибридов в условиях Республики Башкортостан // Сахарная свёкла. 2025. № 2. С. 19-22.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267с.

УДК 635.21:631.527

Замятин С. А., Максимова Р.Б.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

СОРТОИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В 2025 году в питомнике основного испытания гибридов картофеля в семеноводческом севообороте опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока проведены исследования гибридных комбинаций. Стандартный сорт Белларoза (30,3 т/га) по продуктивности превысили 5 номеров. Стандарт Чайка достоверно превысили 3 образца. Выделился гибрид 1-2-21 (Вега х Лабадия), давший прибавку к St Белларoза +23,6 т/га. Гибрид отличает раннеспелость, продуктивность на 65-й день после посадки составила 875 г/куст. St Белларoза – 569,5 г/куст. Раннеспелость также отмечается у гибрида 2-2-21 (Белларoза х Дубрава) и 6-28-76-21 (Королева Анна х Гуливер).

Ключевые слова: Solanum tuberosum L., селекция, сортообразец, селекционный питомник, продуктивность

Вопросы продовольственной безопасности регионов России в настоящее время являются актуальными. В свою очередь, обеспечить высокую продуктивность основных сельскохозяйственных культур возможно с помощью внедрения в производство новых высокоурожайных сортов, данная стратегия допустима и для культуры картофеля. При этом в разных регионах имеются свои специфические климатические условия, поэтому создание новых сортов, обладающих высоким адаптивным потенциалом к местным агроэкологическим условиям, является важным этапом, особенно в зонах рискованного земледелия [1, 2].

В последние годы наблюдаются нестабильные урожаи, которые связаны как с погодными условиями, так и с распространением и развитием болезней. Минимизировать последствия возможно с помощью создания высокоурожайных и пластичных сортов с высокими потребительскими качествами [3, 4].

Современные сорта должны обладать не только высокой продуктивностью, но и определенными потребительскими качествами, позволяющие использовать их в первичной переработке [5, 6].

В последние годы в республике Марий Эл бывают погодные условия, которые способствуют развитию грибковых и бактериальных болезней, в том числе фитофороза перерастающего в эпифитототию. Поэтому важно создавать сорта, которые должны обладать устойчивостью к комплексу фитопатоганов [3, 7].

Цель исследования – оценить перспективные селекционные гибриды картофеля по продуктивности, урожайности, потребительским и товарным качествам и выделить номера, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков, пригодных для выращивания в условиях Республики Марий Эл (Волго-Вятский регион).

Вегетационный период 2025 года отличался неравномерным выпадением осадков по месяцам. Май характеризовался на 0,9°С выше климатической нормы среднемноголетних значений. К посадке приступили в обычные для данного региона сроки посадки. ГТК июня составил 2,77. В критический период завязывания клубней (июль) выпало 88% осадков от климатической нормы, на

этот же период пришлось повышение температуры воздуха (на +1,3 к климатической нормы). В целом за вегетацию ГТК составил 1,95, что положительно сказалось на продуктивности картофеля.

В 2025 году в питомнике основного испытания гибридов в семеноводческом севообороте опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока проведены исследования гибридных комбинаций. Были изучены 16 селекционных номера.

В результате исследований по комплексу признаков отобрано 5 селекционных номеров (таблица).

Таблица 1 — Продуктивность основного испытания гибридов картофеля, 2025 г

Селекционный номер	Происхождение	Урожайность, т/га			Скороспелость, г/куст
		фактическая	+/- к st Белларoза	+/- к st Чайка	
St	Белларoза	30,3			569,5
St	Чайка	41,1			387,5
1-2-22	Винетта х Белларoза	40,5*	+10,2	-0,6	472,5
2-5-22	Триумф х Инноватор	48,9*	+18,6	+7,8	713,0
1-2-21	Вега х Лабадия	53,9*	+23,6	+12,8	830,5
2-2-21	Белларoза х Дубрава	48,5*	+18,2	+7,4	845,5
6-2876-21	Королева Анна х Гуливер	42,3*	+12,0	+1,8	922,5
	$НСР_{05}$	4,9			

* - достоверно на 0,05%-ном уровне значимости.

Стандартный сорт Белларoза (30,3 т/га) по продуктивности превысили 5 номеров. Стандарт Чайка достоверно превысили 3 образца. Выделился гибрид 1-2-21 (Вега х Лабадия), давший прибавку к St Белларoза +23,6 т/га. Гибрид отличает раннеспелость, продуктивность на 65-й день после посадки составила 875 г/куст. St Белларoза – 569,5 г/куст. Раннеспелость также отмечается у гибрида 2-2-21 (Белларoза х Дубрава) и 6-28-76-21 (Королева Анна х Гуливер).

По результатам визуальной фитопатологической оценки зарегистрированы вирусные и грибные заболевания (таблица 2).

Таблица 2 — Фитопатологическая оценка основного испытания гибридов картофеля, 2025 г

Селекционный номер	Происхождение	Устойчивость, балл		
		Вирусные болезни	Парша обыкновенная	фитофтороз
St	Белларoза	7	7	6
St	Чайка	8	7	8
1-2-22	Винетта х Белларoза	7	8	7
2-5-22	Триумф х Инноватор	8	7	8
1-2-21	Вега х Лабадия	8	7	8
2-2-21	Белларoза х Дубрава	8	8	8
6-2876-21	Королева Анна х Гуливер	8	8	7

Из грибных болезней в период вегетации единично отмечен ризоктониоз и массово зафиксирован фитофтороз. Первые очаги инфекции гриба *Phytophthora infestans* появились в конце третьей декады июля на стандарте Белларoза и гибридах 1-2-22 и 6-2876-21.

К вирусным болезням высокой устойчивостью обладают гибриды: 2-5-22, 1-2-21, 2-2-21, 6-2876-21.

К парше обыкновенной – гибриды: 1-2-22, 2-2-21, 6-2876-21

Лучшие номера по комплексу хозяйственно-ценных признаков продолжат изучение в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2026 году.

Таким образом, некоторые гибриды демонстрировали более высокую урожайность и лучшую устойчивость к болезням по сравнению со стандартными сортами Белларoза и Чайка. Гибриды 2-5-22 (Триумф х Инноватор), 1-2-21 (Вега х Лабадия) и 2-2-21 (Белларoза х Дубрава) выделялись своей высокой общей урожайностью и достоверным превышением стандартного сорта на 0,05%-ном уровне значимости, что позволяет сравнивать их эффективность и выбирать лучшие варианты для дальнейшего использования. Большинство гибридов показали высокую устойчивость к вирусным болезням и фитофторозу. Данные показатели являются важными признаками для выращивания в различных условиях, что делает их перспективными для дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Лыскова И.В. Пермяков П.В., Краюк Е.И. Результаты изучения коллекционных сортов и новых селекционных номеров картофеля по хозяйственно полезным признакам. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(6). DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1019-1027
2. Тульчев В.В., Жевора С.В., Овэс Е.В. Стратегия развития рынка картофеля и продуктов его переработки в России // Сборник научных трудов: Большая Евразия: развитие безопастность сотрудничество: материалы XIX национальной научной конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 432-436.
3. Лыскова И.В., Башлакова О.Н., Пермяков П.В., Кратюк Е.И. Новый сор картофеля Забияка для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. - № 26(6). – С. 1218-1225. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1219-1225
4. Замятин С.А., Максимова Р.Б. Оценка селекционных гибридов картофеля по хозяйственно ценным признакам в условиях Республики Марий Эл// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения / Материалы международной научно-практической конференции. Выпуск XXVII. Йошкар-Ола: Мар.гос.ун-т, 2025 – С. 11-13.
5. Башлакова О.Н., Синцова Н.Ф. Оценка селекционных номеров картофеля по комплексу признаков в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019 – 20(6). С.575-584. https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.575-584.
6. Гериева Ф.Т. Ревазова З.И. Оценка сортов картофеля по продуктивности и адаптивности в условиях Северо-Кавказкого региона // Аграрный научный журнал. – 2024. - № 2. – С. 10-17.
7. Евдокимова З.З., Калашник М.В. Оценка селекционных образцов картофеля по признакам скороспелости, продуктивности, потребительским качествам, устойчивости к болезням // Труды Кубанского государственного аграрного университета. = 2023. № 105. – С. 55-59.

УДК 631.147

Замятин С. А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ НА УДОБРЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния микробиологического препарата-деструктора на полевом опыте Установлено положительное влияние биопрепарата Эффект Био на степень разложения стерни и соломы ярового ячменя и накопление микробной биомассы. Степень распространения корневых гнилей на посевах озимой пшеницы, после применения Эффект Био в составил 4,5…5,4 % в зависимости от вариантов опыта

Ключевые слова: яровой ячмень, озимая пшеница, Эффект Био, Баксис биопрепараты

Эффективная биоутилизация отходов растениеводства, в структуре которых более 80% составляет солома зерновых и зернобобовых культур, является одной из актуальных экологических проблем. Одним из самых целесообразных, малозатратных способов ее использования является заделка в почву без удаления с поля, что способствует возврату в биологический круговорот элементов питания растений: азота, фосфора и особенно калия, воспроизводству почвенного плодородия и сохранению функциональных свойств почв в агроценозах.

Высокое содержание лигнина и целлюлозы и низкое азота в послеуборочных остатках зерновых культур замедляют их разложение в почве, что может приводить к проявлению фитотоксичности, ухудшению азотного режима и как следствие, снижению урожайности

возделываемых культур. То обстоятельство является сдерживающим фактором для более широкого использования соломы в качестве удобрения.

В настоящее время в практике АПК довольно широко применяются приемы активизации темпов разложения послеуборочных остатков зерновых культур с использованием микробиологических препаратов, содержащих живые культуры специально отобранных полезных микроорганизмов с заданными свойствами. На рынке агрохимикатов широко представлены биопрепараты (микробиологические удобрения), производимые на основе эффективных штаммов микроорганизмов-деструкторов органического вещества, ускоряющие разложение растительных остатков в почве и тем самым усиливающие их положительное влияние на свойства почв и урожайность культур.

В отечественных и зарубежных исследованиях установлено, что применение подобных микробиологических препаратов (Баркон, Микобат, Экстасол, Байкал-ЭМ, Триходермин и др.) позволяет ускорить процессы минерализации и гумификации соломы в почве, снизить проявление фитотоксичности, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур [1-6]. Применение биопрепаратов-деструкторов наиболее целесообразно при заделке большой массы послеуборочных остатков в севооборотах, насыщенных зерновыми культурами, т.к. именно в этих случаях необходимо обеспечить условия для наиболее полной и быстрой трансформации вносимой в почву фитомассы, для предотвращения ее негативного влияния и усиления положительного действия.

Однако в научной литературе имеются также результаты исследований не подтверждающие эффективность некоторых микробных препаратов-деструкторов послеуборочных растительных остатков [7]. В связи с этим для рекомендаций в производстве необходимо проведение научных исследований для установления эффективности того или иного биопрепарата.

Цель данной работы – установить эффективность микробиологического препарата Эффект Био в отношении ускорения разложения соломы ярового ячменя в полевых условиях.

Препарат Эффект Био, представленный филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» по республике Марий Эл – деструктор, предназначенный для разложения растительных остатков и нормализации активной микрофлоры. Помимо этого, препарат приводит к повышению влагозадержания и разрыхления почвы. Обладает фунгицидными свойствами, уничтожая болезнетворные бактерии и микроорганизмы.

В состав препарата входят живые вегетативные клетки и споры *Bacillus subtilis*, спорово-мицелиальный комплекс *Trichoderma viride* и *Trichoderma lignorum*, а также их метаболиты (ферменты, фитогормоны и биологически активные вещества).

Механизм действия: - *Trichoderma viride* проявляет высокую целлюлазную активность, а также контролирует возбудителей заболеваний, как прямым паразитированием, так и конкуренцией за субстрат, выделением биологически активных веществ, влияющих на репродуктивную функцию патагенов и угнетающих их развитие.

- *Trichoderma lignorum* является активным продуцентом фермента целлюлозы, способен к глубокой деструкции, как клеточных стенок погибших. растений, так и отдельных труднорасщепляемых растительных полисахаридов. Микопаразитические штаммы Trichoderma проникают в мицелий хозяина и активно растут внутри клеток, приводя их к гибели.

- *Bacillus subtilis* синтезирует более 70 антибиотических полипептидных веществ, а также вызывает лизис мицелия у фитопатогенных микроорганизмов, находящихся в почве. Продуцирует комплекс фитогормонов, стимулирующих рост и развитие растений. Улучшает фосфорное питание растений.

В полевом опыте (на опытном поле Марийского НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) проводили испытания эффективности агрохимикатов Эффект Био на стерне ячменя и Баксис на озимой пшенице по следующей схеме (таблица 1):

Таблица 1 – Схема опыта

Варианты опыта	Весенняя обработка стерни ярового ячменя	Протравливание семян озимой пшеницы + опрыскивание по вегетации (осенью)
1	Без обработки	Контроль, Вода 10 л/т + Вода (300 л/га).
2		биофунгицид Баксис, Ж 1 л/т (10 л/т) + Баксис, 3 л/га (300 л/га).
3	Эффект Био 2 л/га + мочевина 10 кг/га (рабочий раствор 300 л/га).	Контроль, Вода 10 л/т + Вода (300 л/га)
4		биофунгицид Баксис, Ж 1 л/т (10 л/т) + Баксис, 3 л/га (300 л/га).

Повторность опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 500 м^2. Размещение делянок систематическое. Предшественник ярового ячменя – озимая рожь.

Агротехника возделывания культуры общепринятая для условий Республики Марий Эл. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. В момент закладки опыта

пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 2,12 %, общего азота -0,22 %, pH – 5,4%, показатель гидролитической кислотности составил 2,21 мг-экв/100г почвы, сумма поглощённых оснований – 7,9 мг-экв/100г почвы. Обеспеченность почвы подвижным фосфором составила в пределах 274 мг, обменным калием – 126 мг на 1кг почвы.

Наблюдения и учеты в полевых экспериментах проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8] статистическую обработку урожайных данных – методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [9]. Для исследований использовали сорт ярового ячменя «Родник Прикамья» и сорт озимой пшеницы «Безенчукская-380».

Весной, мы обработали стерню ярового ячменя, согласно вариантом опыта. Стерню обработали препаратом Эффект Био 2 л/га + мочевина 10 кг/га. Стерню обработали рабочим раствором в дозе 300 л/га. Затем была произведена вспашка опыта на глубину 20 см. За лето поле дважды культивировали на глубину 6-8 см. Семена озимой пшеницы перед посевом обрабатывали согласно вариантам опыта. Посев опыта провели сеялкой СЗ-5,4 1 сентября 2025 года. В фазу кущения озимой пшеницы 17 октября провели опрыскивание согласно схеме опыта.

Прямым показателем степени разложения растительных остатков служит убыль их массы за время компостирования. В варианте с необработанной соломой на 30 сутки в почве оставалось 88% (от исходного), на 60 сутки – 70 %, на 90 сутки 52% неразложившихся остатков. Разложилось в эти сроки 12, 30, и 48% запаханной соломы, соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Степень разложения растительных остатков ярового ячменя в различные сроки, 2025 г.

Варианты	Степень разложения соломы, %		
	30 сут.	60 сут.	90 сут..
Солома с заделкой в почву (контроль)	12	30	48
Солома с заделкой в почву + Эффект Био 2,0 л/га + мочевина 10 кг/га	30	52	66

Изучение эффективности микробиологической активности Эффект Био позволило установить, что обработка биопрепаратом соломы стерни увеличивает на их поверхности численность целюлозоразлагающих бактерий по сравнению с контролем.

Количество колоний на контрольном варианте к моменту посева озимой пшеницы составило 12 х 10^3 КОЕ/г почвы. На варианте с Эффект Био их численность была выше – 21 х 10^3 КОЕ/г почвы

1 сентября бы произведен посев озимой пшеницы сорта «Безенчукская 380». Перед посевом семена обработали согласно схеме опыта. 31 октября, через 2 недели после опрыскивания посевов озимой пшеницы мы провели обследование растений изучаемой культуры. Результаты выявления распространения корневой гнили отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Распространение корневых гнилей на озимой пшенице, 2025

Варианты опыта		P	R
Солома с заделкой в почву (контроль)	Контроль, Вода 10 л/т + Вода (300 л/га).	5,4	0,52
	биофунгицид Баксис, Ж 1 л/т (10 л/т) + Баксис, 3 л/га (300 л/га).	4,8	0,47
Солома с заделкой в почву + Эффект био 2,0 л/га + мочевина 10 кг/га	Контроль, Вода 10 л/т + Вода (300 л/га)	4,7	0,46
	биофунгицид Баксис, Ж 1 л/т (10 л/т) + Баксис, 3 л/га (300 л/га).	4,5	0,46

Примечание: P – распространение болезни, R – развитие болезни

Погодные условия этого года положительно сказалось на развитии и распространении корневой гнили озимой пшеницы. На контрольном варианте, где все это проводилось распространение корнывых гнилей было относительно низким – на уровне 5,4%, при развитии 0,52%. Обработка семян и растений биологичкскими препаратами по вегетации (2 вариант) несколько снизило распространение болезней на растениях озимой пшеницы. Но данные цифры находятся в пределах ошибки опыта.

Обработка стерни деструктором (Эффект Био + мочевина) несколько снизила распространение корневых гнилей. Но данные показатели находятся в пределах ошибки опыта.

Еще ниже проявилась тенденция распространения болезни на варианте с совместным применением деструктора по стерне и дополнительной обработкой семян и растений биологическими препаратами.

Таким образом, установлено положительное влияние Эффект Био на степень разложения стерни и соломы ярового ячменя и накопление микробной биомассы. Степень распространения корневых гнилей на посевах озимой пшеницы осенью составил 4,5…5,4 % в зависимости от вариантов опыта.

Список литературы

1. Безлер Н.В., Девятова Т.А., Горбунова Н.С., Черепухина И.В., Громовик А.И. Влияние длительного использования соломы зерновых культур и целюлозолитического микромицета на микробное сообщество почвы и содержание обменных соединений цинка в черноземах выщелоченных // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 36-44.
2. Брыкина Ю.В., Осипов И.О., Черников В.С. Изучение влияния биопрепарата Стернифаг СП на скорость разложения соломы в условиях лесостепной зоны Липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 3(13). С. 72-77.
3. Маслак Д.В., Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Феклистова И.Н., и др. Комплексное действие микробного деструктора пожнивных остатков Жицень как способ повышения продуктивности злаковых культур // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XIV Межд.науч.-практ.конф. (Минск, 3-8 июля 2018 г.). Минск: Белорусский государственный университет, 2018. С. 134-136.
4. Орлова О.В., Чирак Е.Л., Воробьева Н.И. и др. Таксономический состав и организация микробного сообщества дерново-подзолистых почв после внесения соломы зерновых культур и использования препарата Баркон // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 1. С. 47-64.
5. Русакова И.В., Московкин В.В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата БАГС и приемы повышения эффективности его применения на разных типах почв // Агрохимия. 2016. № 8. С. 56-61.
6. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Кузнецов А.В. Изменение биологической активности чернозема типичного от действия биопрепаратов и минеральных удобрений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1(379). С. 12-16.
7. Mayer J., Scheid S., Widmer F., Fliessdach A., Oberholzer H-R. How effective microorganisms (R) (EM)'?Results from a field study in temperate climate // Applied Soil Ecology. V. 46(2). P. 230-239.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. – М.: Колос. – 1985. – 267 с.
9. Доспехов Б. А. Методы полевого опыта с основами статистической обработки. // Изд-е 5-е, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1985. 351 с.

УДК 633.13

Максимов В.А., Золотарёва Р.И.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Применение удобрений играет ключевую роль в обеспечении высокой урожайности сельскохозяйственных культур, таких как овес. В данной статье представлены результаты исследования по изучению влияния минерального питания на зерновую продуктивность и содержание белка в зерне разных сортов ярового овса и их экономическая эффективность. Среди 10 пленчатых сортов овса в достоверную прибавку ($НСР_{05}$ по ф.А – 0,37/га) показали сорта Кировский 2 (6,50 т/га), № 4h14 (6,10 т/га), № 91h18 (6,10 т/га), Блиц (5,80 т/га) и Сапсан (5,80 т/га), Бербер (5,70 т/га) и Кречет (5,50 т/га). Среди голозерных овсов наибольший урожай получили при возделывании сорта Першерон 3,6т/га. У плёнчатых сортов овса внесение минерального удобрения способствовало достоверному повышению урожайности: на 2,90 т/га на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ или на 85% и на 3,70 т/га на фоне $N_{90}P_{60}K_{60}$ (109%) по сравнению с фоном без минерального питания. У голозёрных сортов на 1,8% и 8,1% соответсвенно. Внесение минерального питания способствовало достоверному ($НСР_{05}$ по ф. В – 1,32%) увеличению белковости зерна на всех исследуемых сортах на 2,8 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и 5,5 % ($N_{90}P_{60}K_{60}$). Экономическая эффективность зерновой продуктивности от минеральных удобрений, вносимых в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ перекрывает затраты на их применение, тем самым уровень рентабельности возделывания разных сортов был выше по сравнению с фоном естественного плодородия почвы и $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Ключевые слова: яровой овес, зерновая продуктивность, минеральное питание, содержание белка, экономическая эффективность.

Основным средством, обеспечивающим высокую урожайность сельскохозяйственных культур при своевременном и качественном выполнении других агротехнических приемов, является

применение удобрений. Это положение очень важно для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны, которые содержат сравнительно небольшое количество легкодоступных элементов питания и отличаются низким естественным плодородием[1].

Для определения оптимальных доз удобрений необходимо учитывать тип почвы, погодные условия и вид выращиваемых культур. В зонах с достаточным количеством осадков эффективность удобрений может составлять до 75% увеличения урожайности [2].

В условиях Нечерноземной зоны рекомендуется использовать диапазон доз азотных удобрений N 60-90 для обеспечения устойчивого управления прибавками урожая и экономически оправданного прироста урожая зерновых культур[4,5].

Овес является ценной культурой с точки зрения фитосанитарии и может быть хорошим предшественником для других культур. Он имеет меньшие требования к теплу и плодородию почвы, устойчив к заморозкам, отзывчив на удобрения и способствует развитию корневой системы, что делает его менее подверженным засухе по сравнению с другими культурами[4].

Однако, сокращение площади под овсом в России может быть связано с его низкой урожайностью на неплодородных почвах. Благодаря научным исследованиям и использованию минеральных удобрений современные аграрии могут оптимизировать питательный режим почвы и увеличить урожайность овса. Анализ влияния возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность различных сортов овса является важным этапом для оптимизации процесса выращивания этой ценной культуры. Сбалансированные дозы минеральных удобрений, установленные опытным путем, являются решающим фактором эффективного и устойчивого развития высокопродуктивного зернового агроценоза в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России. Общеизвестно, что одним из наиболее существенных факторов повышения урожайности и качества зерна является обеспечение растений элементами минерального питания, особенно азотом[7,8].

Для повышения урожайности и улучшения качества производимой продукции наиболее доступным и эффективным средством был и остается сорт. Поэтому главная задача селекционеров – создание высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, дающих высококачественную продукцию, обладающих высокой пластичностью, устойчивостью к патогенам, полеганию и адаптированных к неблагоприятным факторам внешней среды

Цель исследований – выявить наиболее адаптивные в условиях Республики Марий Эл сорта овса, превосходящие по комплексу хозяйственно-ценных признаков на разных фонах минерального питания.

Место проведения исследований – опытное поле Марийского НИИСХ - филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо–Востока. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная с содержанием гумуса – 3,2 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора 624 мг/кг почвы, обменного калия -252мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91), pH – 6,6% (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований – 29 мг-экв/100 г почвы.

Достижение цели и решение поставленных задач осуществлялось путем постановки двухфакторного (сорта, удобрения) полевого опыта. Закладка полевого опыта и исследования проводилось в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытаия (1983) [5], Методикой полевого опыта (Доспехов, 1985) [6]. Масса 1000 семян – в соответствии с ГОСТ 12042-80.

Статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. при помощи компьютерной программы «DISMAN». Получены экспериментальные данные и новые знания по продуктивности новых сортов.

Фактор А **–** сорта различных селекционных центров

Сорт, гибрид	Оригинатор
Пленчатые сотра	
Буланый(контроль)	ФГБНУ «ФИЦ»Немчиновка»
Медведь	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Фаленец	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Сапсан	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Кречет	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Бербер	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Кировский 2	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Блиц	Пермский ФИЦ
№ 4 h 14	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
№ 91 h18	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Голозерные сорта	
Першерон	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого
Нижегородец	Нижегородский НИИСХ

Фактор В – Уровни минерального удобрения

1. Без удобрений
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ (предпосевное внесение)
3. $N_{90}P_{60}K_{60}$ (предпосевное внесение)

Общая площадь делянок – 12 м^2, учётная – 10 м^2.

Повторность вариантов трёхкратная, расположение делянок в опыте систематическое.

Предшественник – чистый пар.

Норма высева испытуемых сортов 5 млн. всхожих семян на гектар - рекомендуемая и применяемая в хозяйствах республики на сегодняшний день.

Обработка почвы опытного участка проводилась по следующей схеме: осенью – зяблевая вспашка, весной – ранневесеннее боронование, Двукратная культивация с боронованием. Семена перед посевом обрабатывали фунгицидным протравителем Бенефис МЭ в дозе 0,8 л/га. Минеральные удобрения в виде нитроаммофоски, аммиачной селитры вносили вручную, согласно схеме опыта перед культивацией.

Посев провели сеялкой СН-16 28 апреля 2025 года.

В фазу полного кущения посевы обработали баковой смесью, состоящий из гербицидов Флортека, в дозе 0,4 л/га, Бенрил в дозе 0,015 кг/га и фунгицида Титул Дуо ККР в дозе 0,25 л/га. Посев провели селекционной сеялкой центрального высева 28 апреля 2025 года.

Формирование естественных растительных сообществ подчинено, прежде всего комплексу погодных условий местности и урожайность сельскохозяйственных культур независимо от агротехнических приёмов их возделывания в решающей степени зависит от благоприятных климатических факторов региона.

Агроклиматические условия на протяжении вегетационного периода роста и развития растений овса отличались от их средних многолетних значений за счёт объёмов выпавших осадков и превышения температурных среднесуточных значений.

В большую часть третьей декады апреля наблюдалась теплая и аномально-теплая погода с редкими осадками. В первой половине декады максимальная температура воздуха колебалась от 19°С до 26°С, в дальнейшем она составляла 11-14°С, 27-28 апреля понижалась до 3-7°С. Заморозки в воздухе до -2°С наблюдались 28, 29 апреля. Дожди в течение декады были несущественными. В сумме за декаду выпало 3 мм или 25% нормы осадков.. Благоприятными были условия и для прорастания семян и появления всходов всех яровых зерновых культур, лишь к концу декады. Наблюдавшиеся в некоторых районах заморозки опасности для сельскохозяйственных культур не представляли. Запас продуктивной влаги на полях, предназначенных под посев яровых зерновых и пропашных культур по состоянию на 28 апреля в пахотном слое были на 10% ниже нормы.

В мае наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с частыми осадками. В период аномально-жаркой погоды максимальная температура воздуха достигала 32°С. В среднем температура воздуха была на 1°С выше средних многолетних значений. Осадки были существенными. В сумме за месяц выпало 190% нормы осадков.

В июне наблюдалась неустойчивая по температурному режиму и осадкам погода. Первая половина июня была тёплой, а 9-10 июня аномально жаркой с температурой воздуха 30-32°С. Вторая половина - умеренно холодной. В среднем температура воздуха в июне составила 17°С, что около средних многолетних значений (-0,1°С). Дожди наблюдались в течение 12-14 дней, 21 июня в центральном районе республики выпало 40 мм осадков. В сумме за июнь выпало 140% нормы.

В июле наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с осадками преимущественно в первой декаде. В среднем за месяц температура воздуха составила 19°С, что на 0,1°С превышает средние многолетние значения. Дожди наблюдались в течение всей первой декады и несколько дней в третьей декаде июля. Сильные дожди прошли 11 и 23 июля (выпало 17-21 мм). В сумме за июль выпало 88% нормы осадков.

В августе наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с частыми осадками. Очень теплая, временами жаркая погода наблюдалась в большую часть первой декады августа: максимальная температура воздуха составляла 29°С, в самые жаркие дни 2-4 августа повышалась до 30-31°С. В среднем за месяц температура воздуха составила 17,5°С, что на 0,7°С выше средних многолетних значений. Дожди наблюдались часто, временами сопровождались грозами и ливнями. За счет таких дождей выпало 191% нормы осадков.

В целом, агрометеорологические условия периода вегетации овса в 2025 году были благоприятными для его роста и развития, и позволили сформировать столь значимый урожай.

В таблице 1 приведены данные по зерновой продуктивности овса в условиях вегетационного 2025 года. В качестве стандарта использовали сорт Буланый селекции ФГБНЦ ФИУ Немчиновка, включенный в реестр с 2012 года.

На фоне естественного плодородия почвы при возделывнии контрольного сорта Буланый зерновая продуктивность составила 2,80 т/га. Достоверное превышение этого показателя отмечается у сортов Кировский 2 (3,80 т/га), № 4h14 (3,70 т/га), № 91h18(3,70 т/га), Сапсан (3,50т/га), Блиц

(3,50т/га) и сортов Кречет и Бербер с тпоказателями 3,40 т/га. На варианте с внесением минерального питания под культивацию перед посевом в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ среди исследуемых сортов достоверное превышение ($НСР_{05}$ по ф.А – 0,37 т/га) в сравнении с контролем отмечено также у сортов Кировский 2 (7,60 т/га), № 4h14 (6,90 т/га), №91h18 (6,90 т/га), Блиц (6,80 т/га) и Сапсан (6,50т/га). Незначительно выше, по сравнению с контролем, зерновая продуктивность отмечается у сортов Кречет (6,10 т/га) и Бербер (6,10 т/га).

Таблица 1 – Зерновая продуктивность ярового овса (т/га). 2025г.

Сорта(ф.А)	Уровни минерального питания(ф.В)			
	Без удобрений (st)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{60}$	среднее
Буланый (контроль)	2,80	5,80	6,70	5,10
Медведь	2,90	4,50	5,60	4,30
Фаленец	3,00	5,50	6,00	4,80
Сапсан	3,50	6,50	7,40	5,80
Кречет	3,40	6,10	7,00	5,50
Бербер	3,40	6,10	7,60	5,70
Кировский 2	3,80	7,60	8,00	6,50
Блиц	3,50	6,80	7,10	5,80
№ 4h14	3,80	6,90	7,50	6,10
№ 91h18	3,70	6,90	7,70	6,10
Среднее	3,40	6,30	7,10	5,60
$НСР_{05}$ ч.р. – 0,40т/га $НСР_{05}$ по ф.А – 0,37т/га $НСР_{05}$ по В – 0,47 т/га				
Першерон (контроль)	2,50	3,70	4,60	3,60
Нижегородец	2,20	2,80	3,90	3,00
Среднее	2,40	3,30	4,30	3,30
$НСР_{05}$ ч.р. – 0,33т/га $НСР_{05}$ по ф.А – 0,30т/га $НСР_{05}$ по В – 0,38 т/га				

Достоверно низкую урожайность по сравнению с контролем получили при возделывании сортов Медведь (4,50 т/га) и Фалёнец (5,50 т/га). На варианте с увеличением азотного питания до 90 кг в д.в. с совместным внесением $P_{60}K_{60}$ урожайность зерна при возделывании контрольного сорта Буланый составила 6,70 т/га. Достоверно выше этот показатель отмечен также у сорта Кировский 2 (8,00 т/га), № 4h14 (7,50 т/га), № 91h18 (7,70 т/га), Бербер (7,60 т/га) и Сапсан (7,40 т/га).

Эффект от внесения минерального питания в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ не зависимо от сорта составляет 85 %, в сравнении с естественным фоном плодородия почвы.

Результаты наших исследований показали, что в условиях вегетационного 2025 года сорта ярового овса положительно реагировали на внесение минерального питания, что сказалась на прибавке урожая зерна в 2 раза.

Сбор зерна с единицы площади у контрольного сорта Буланый по фактору А составил в среднем 5,10 т/га, независимо от фона минерального питания. Среди 10 пленчатых сортов овса в среднем достоверную прибавку ($НСР_{05}$ по ф.А – 0,37/га) показали сорта Кировский 2 (6,50 т/га), № 4h14 (6,10 т/га), № 91h18 (6,10 т/га), Блиц (5,80 т/га) и Сапсан (5,80 т/га), Бербер (5,70 т/га) и Кречет (5,50 т/га).

Показатели урожайности зерна других сортов были на уровне стандартного сорта, но достоверной прибавки не отмечалось.

Таким образом, в условиях этого года наибольшую зерновую продуктивность получили при возделывании сортов Кировский 2, № 4h14, № 91h18, Блиц, Сапсан, Бербер и Кречет.

В среднем у всех плёнчатых сортов овса внесение минерального питания способствовало достоверному повышению урожайности: на 2,30 т/га на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ или на 65% и на 3,70 т/га на фоне $N_{90}P_{60}K_{60}$ (109%) по сравнению с фоном без минерального питания.

Среди голозерных овсов наибольшие урожаи получили при возделывании сорта Першерон. Зерновая продуктивность на фоне естественного плодородия почвы составила 2,50 т/га, что на 12 % выше, чем у сорта Нижегородец (2,20 т/га). Все иследуемые сорта в условиях отчётного года положительно отзывались на внесение минерального питания. На фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ на контроле урожай зерна составил 3,70 т/га, что на 1,2 т/га больше, чем на фоне без удобрений и на 1,1 т/га превышает сорт Нижегородец.

Увеличение азотного питания до 90 кг в д.в. с совместным внеснием $P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению продуктивности зерна на 79%, по сравнению с фоном естественного плодородия почвы.

Сложившиеся погодные условия позволили получить 3,6 т/га зерна при возделывании сорта Першерон и 3,00 т/га – сорта Нижегородец независимо от фона минерального питания.

Одним из основных показателей качества зерновых культур является содержание белка в зерне. Согласно данным Крупновой, содержание белковых веществ в зерне овса находится в

интервале от 9,6 до 21 % . При этом содержание азота в крупных и мелких зернах в пределах метелки остается примерно одинаковым. В процентном отношении содержание белка в крупном зерне меньше, чем в мелком. Содержание белка в зерне овса за исследуемый период характеризовались низкими значениями (таблица 3). На фоне естественного плодородия почвы значение этого показателя на плёнчатых сортах составляло от 10,51% (Буланый) до 12,45 % – у сорта Сапсан.

Таблица 2 – Содержание белка в зерне овса (%) 2025г.

Сорта	Уровни минерального питания			
	Без удобрений (st)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{60}$	среднее
Буланый (контроль)	10,51	10,63	10,75	10,63
Медведь	11,40	11,66	11,89	11,65
Фаленец	12,03	12,29	12,54	12,29
Сапсан	12,45	12,88	13,12	12,81
Кречет	11,35	11,54	11,85	11,58
Бербер	11,42	11,86	12,35	11,88
Кировский 2	10,85	11,28	11,65	11,26
Блиц	10,65	11,04	11,44	11,04
№ 4 h 14	11,85	12,11	12,55	12,17
№ 91 h18	11,68	12,08	12,39	12,05
Среднее	11,42	11,74	12,05	
$НСР_{05}$ ч.р. – 1,25 % $НСР_{05}$ по ф.А – 1,27 % $НСР_{05}$ по В – 1,32 %				
Першерон	12,25	12,46	13,22	12,64
Нижегородец	12,00	12,22	12,98	12,40
Среднее	12,12	12,34	13,10	
$НСР_{05}$ ч.р. – 0,65 % $НСР_{05}$ по ф.А – 0,19 % $НСР_{05}$ по В – 0,21 %				

В среднем независимо от сорта с высоким содержанием белка в зерне плёнчатых сортов отличились Фаленец (12,29%), Сапсан (12,81%), № 4h14(12,17%) и № 91h18(12,05%). У остальных сортов этот показатель был на уровне стандарта.

Внесение минерального питания способствовало достоверному ($НСР_{05}$ по ф. В – 1,32%) увеличению белковости зерна на всех исследуемых сортах на 2,8 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и 5,5 % ($N_{90}P_{60}K_{60}$).

У голозёрных сортов овса пительностью зерна отличился сорт Першерон. На фоне без внесения удобрений содержание белка в зерне составил 12,25%. Внесние минерального питания в дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}$ способствовало повышению белковости зерна на 1,8% и 8,1% независимо от сорта.

Решающей задачей аграрного производства является повышение экономической эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур. При расчёте этого показателя исходили из сложившихся на потребительском рынке республики реализационной цены на кормовое зерно равный 9 рублям за килограмм.

Проведённые расчёты показали, что в условиях этого года, испытуемые сорта показали разную урожайность, следовательно, разную себестоимость продукции и рентабельность его производства (Приложение Б).

Наименьшее значение себестоимости 1 кг. зерна отмечается у сортов Кировский 2 (4,14 руб.), № 4h14и № 91h18 по 4,56 руб., Блиц (4,63 руб) и Сапсан (4,84 руб.) с наибольшим уровнем рентабельности 117; 97; 94 и 86% соответственно на фоне внесения минерального питания в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Внесение удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{60}$ повысило урожайность зерна овса, но понизило себестоимость продукции, тем самым увеличив уровень рентабельности.

При возделывании голозёрных сортов овса наибольший уровень рентабельности 24% и себестоимость производства 1 кг зерна 7,28 руб. получили на варианте с сортом Першерон на фоне $N_{90}P_{60}K_{60}$

В целом по опыту, увеличение зерновой продуктивности от минеральных удобрений, вносимых в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ перекрывает все затраты на их применение, тем самым повысив уровень рентабельности производства и снизив себестоимость продукции растениеводства.

Таким образом, по результатам наших исследований установлено:

1. Внесение минерального удобрения увеличивает показатели структуры урожая по всем исследуемым сортам, тем самым увеличивая урожайность.

2. У плёнчатых сортов овса внесение минерального удобрения способствовало достоверному повышению урожайности: на 2,90 т/га на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ или на 85% и на 3,70 т/га на фоне $N_{90}P_{60}K_{60}$

(109%) по сравнению с фоном без минерального питания. У голозёрных сортов на 1,8% и 8,1% соответсвенно.

3. Внесение минерального питания способствовало достоверному ($НСР_{05}$ по ф. В – 1,32%) увеличению белковости зерна на всех исследуемых сортах на 2,8 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и 5,5 % ($N_{90}P_{60}K_{60}$).

4. В целом по опыту, увеличение зерновой продуктивности от минеральных удобрений, вносимых в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ перекрывает затраты на их применение, тем самым уровень рентабельности возделывания разных сортов был выше по сравнению с фоном естественного плодородия почвы и $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Список литературы

1. Ториков В.Е., Макаров А.В. Урожайность и качество зерна овса в зависимости от видов и норм внесения минеральных удобрений // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 6. С. 13-20.
2. Васбиева М.Т., Ямалтдинова В.Р. Эффективность применения различных систем удобрения на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в условиях Предуралья // Агрохимия. 2023. № 3. С. 29-42.
3. Баталова Г.А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса//Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №2(6) -2013г. С 52-58.
4. Кирюшин В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 3 С. 19-25.
5. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267с.
6. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов иследований): Учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Моисеева М. Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна овса в Северном Зауралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 35-38. EDN ZTJOYV.
8. Полонский В.И., Сумина А.В., Шалдаева Т.М. Содержание беков и углеводов в зерне ячменя и овса сибирской селекции // Успехи современного естествознания. -2018, №1 – С 49-55.

УДК 632.51

Максимова Р.Б., Замятин С. А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

БИОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований видового состава сорных растений в смешанных посевах, проведенных в двухфакторном стационарном опыте. Исследования показали, что в севооборотах в агрофитоценозах преобладают малолетние сорные растения, которые представлены яровыми ранними, яровыми поздними, зимующими и единичными многолетними сорняками, формируя малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности.

Ключевые слова: севооборот, смешанные посевы, засоренность, продуктивность, сидераты.

В современных условиях интенсивного земледелия борьба с сорняками осуществляется за счет различных мер с помощью агротехнических и химических средств борьбы. Научно обоснованное применение современных высокотехнологичных средств химизации является одним из основных решений данной проблемы. И не смотря на успешные результаты, использование гербицидов имеет отрицательные стороны - недостаточна их избирательность, наносят вред дикой флоре и фауне, а также являются серьёзной угрозой здоровью человека, имеет место накапливание токсичного начала в получаемой продукции [1].

Засоренность сельскохозяйственных посевов не позволяет обеспечить высокую культуру земледелия на полях. Произрастая, они быстрее развиваются, значительно опережая развитие культурных растений, создавая тем самым неблагоприятные условия. Борьба с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур является важным условием получения высоких и устойчивых урожаев. При этом необходимо учитывать, что основным источником засоренности полей является наличие в почве большого количества семян, плодов и вегетативных органов размножения различных сорняков, то есть потенциальная засоренность почвы [2].

Подавление сорняков может быть эффективным и его результаты стабильными, если оно базируется в первую очередь на знании их экологии и биологии, что необходимо для определения уязвимой фазы развития сорняка и выработки методов борьбы с ним в каждом конкретном

географическом регионе [3]. Немаловажную роль в борьбе с сорными растениями играют севообороты со смешанными посевами.

Особую значимость поливидовые посевы приобретают в условиях органического земледелия, где основу севооборота составляют зерновые культуры. Смешанные посевы позволяют не только обеспечивать высокие и устойчивые урожаи высококачественной кормовой массы, но также создавать благоприятные условия для последующего роста культур в севообороте. Множество исследователей отмечают важность промежуточных и сидеральных культур, особенно в органическом земледелии. Так, некоторыми исследователями отмечено [4, 5], что оптимизация структуры посевных площадей должна быть направлена на расширение посевов многолетних трав, бобовых, промежуточных и сидеральных культур. Также сейчас растёт популярность применения гуминовых препаратов для повышения урожайности культур особенно при стрессовых условиях для растений [6, 7]. В результате этого, нами было добавлено выращивание сидеральных промежуточных, с обработкой почвы гуминовым препаратом, культур в качестве второстепенного фактора.

Совместные культуры выбирались среди наиболее оптимальных и распространённых в регионе для выращивания в Республике Марий Эл. В подавляющей части исследований изучение насыщенности полевых севооборотов смешанными посевами за рубежом и в России рассматривалось не более, чем в трёхлетних звеньях, поэтому в условиях Республики Марий Эл провели эксперимент в шестипольных севооборотах с различной насыщенностью полей с применением смешанных культур.

Исходя из выше изложенного, отделом технологии Марийского НИИСХ-филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока с целью определения потенциала смешанных посевов в регулировании численности сорных растений были проведены опыты под культурами экспериментальных полевых коротко ротационных севооборотов, заложенных в 2019 году, в четырёхкратной повторности. Размещение вариантов фактора А – рендомизированные повторения, фактора В – систематическое. Общая площадь делянки 43,2 м^2, учётная – 28,6 м^2. Соотношение длины делянки к её ширине 3⅓:1 (12×3,6 м).

Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва участка является типичной для центральной зоны Республики Марий Эл. Глубина пахотного слоя 20 см. Для учета засоренности применяли количественно-весовой и видовой метод учета сорных растений.

Схема проведённого двухфакторного опыта следующая:

Фактор А – насыщенность севооборотов смешанными посевами

I севооборот (без смешанных посевов) — контроль, или A_1

Озимая пшеница, пелюшка, яровая пшеница, ячмень с подсевом многолетних трав (клевер), многолетние травы 1 г.п. (клевер), многолетние травы 2 г.п. (клевер)

II севооборот (1/3 полей со смешанными посевами), или A_2

Озимая пшеница + оз. рожь + оз. тритикале, пелюшка, яровая пшеница, ячмень + овёс с подсевом многолетних трав (клевер), многолетние травы 1 г.п. (клевер), многолетние травы 2 г.п. (клевер)

III севооборот (2/3 полей со смешанными посевами), или A_3

Озимая пшеница + оз. рожь + оз. тритикале, пелюшка, яровая пшеница, ячмень + овёс с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + тимофеевка), многолетние травы 1 г.п. (клевер + люцерна + тимофеевка), многолетние травы 2 г.п. (клевер + люцерна + тимофеевка)

IV севооборот (все поля насыщены смешанными посевами), или A_4

Озимая пшеница + оз. рожь + оз. тритикале, пелюшка + горох + ячмень, яровая пшеница + яр. тритикале + полба, ячмень + овёс с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + тимофеевка), многолетние травы 1 г.п. (клевер + донник + тимофеевка), многолетние травы 2 г.п. (клевер + донник + тимофеевка)

Фактор В – промежуточная сидеральная культура

1. Без сидерации;
2. Сидерация (горчица)

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризовалась следующими агрохимическими показателями (табл. 1). Агротехника возделывания культур общепринятая для условий Республики Марий Эл. Учёты и наблюдения проводились общепринятыми методами по Б.А. Доспехову [8]. Основные результаты исследований подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка

Показатели	Единица измерения	
pH (солевой вытяжки)	5,67	ед.
Гидролитическая кислотность	1,69	мг-экв / 100 г.п.

Сумма поглощенныхоснований	7,8	мг-экв / 100 г.п.
P_2O_5 (по Кирсанову)	269	мг / кг почвы
K_2O (по Кирсанову)	128	мг / кг почвы
Гумус по Тюрину	1,73	%
Общий азот	0,19	%

Для учета засоренности применяли количественно-весовой и видовой метод учета сорных растений. Видовой состав представлен в таблице 2

Таблица 2 – Ботанический состав посевов (по надземной биомассе), 2020-2024 гг,.%

Варианты	Факторы													
	А1			А2			А3			А4			x̄	
	B0	B1	x̄	B0	B1	x̄	B0	B1	x̄	B0	B1	x̄	B0	B1
Клевер	75,5	75,3	75,4	73,0	74,2	73,6	51,1	59,7	55,4	58,7	55,0	56,9	64,6	66,1
Люцерна	0	0	0	0	0	0	27,5	25,2	26,4	28,7	25,8	27,3	14,1	12,8
Тимофеевка	0	0	0	0	0	0	1,9	0	1,0	0	2,2	1,1	0,5	0,6
Бодяк розовый	7,8	10,9	9,4	17,2	5,6	11,4	4,8	4,7	4,8	2,7	8,7	5,7	8,1	7,5
Ромашка непахучая	5,1	4,6	4,9	1,4	5,4	3,4	1,2	3,5	2,4	5,6	1,3	3,5	3,3	3,7
Осот жёлтый	9,4	9,2	9,3	3,1	11,5	7,3	7,8	6,9	7,4	2,8	6,0	4,4	5,8	8,4
Вьюнок обыкновенный	2,2	0	1,1	5,3	0	2,7	2,0	0	1,0	0	0	0	2,4	0
Пижма обыкновенная	0	0	0	0	0	0	3,2	0	1,6	0	0	0	0,8	0
Марь белая	0	0	0	0	3,3	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0,8
Пастушья сумка	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,3	0,3	0	0,2	0,2	0
Дрёма белая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,5	0	0,3
Цикорий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0,6	0,3	0
Однолетние	5,1	4,6	4,9	1,4	8,7	5,1	1,2	3,5	2,4	5,6	1,3	3,5	3,3	4,5
Зимующие	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,3	0,3	1,0	0,7	0,2	0,3
Многолетние	19,4	20,1	19,8	25,6	17,1	21,4	17,8	11,6	14,7	6,7	14,7	10,7	17,4	15,9
Всего	24,5	24,7	24,6	27,0	25,8	26,4	19,5	15,1	17,3	12,6	17,0	14,8	20,9	20,7

В травосмесях клевер по массе преобладал, главным образом, благодаря лучшей перезимовке и наибольшей норме высева семян. Тимофеевки к моменту учёта оставалось очень немного из-за засушливых условий во время всходов. В итоге соотношение клевера: люцерны: тимофеевки составляло в среднем 53,5 : 25,6 : 1.

Уровень засорённости (20,8 %) посевов была ниже среднемноголетних данных опыта в среднем в 1,63 раза (Табл. 3) независимо от фактора. В чистовидовых посевах клевера в текущем году (Табл. 2) она составляла в среднем 25,5 %, а в смеси – в полтора раза меньше (16,1 %). Основной вклад в биомассу сорняков вносили многолетние сорняки: бодяк розовый (7,8 %) с осотом жёлтым (7,1 %). Из однолетних также повсеместно можно было диагностировать наличие ромашки непахучей (3,5 %). В некоторых вариантах фактора В наблюдался очаговый рост вьюнков (до 5,3 %). Масса других сорняков была невысокой.

За первые пять лет ротации севооборотов среди сорных растений наибольшая надземная масса в среднем в опыте принадлежала однолетним видам (20,7 % от общей надземной биомассы) как куриное просо (9,1 %), марь белая (7,3 %) (Табл. 3). Кроме них временами присутствовали фиалка полевая, дымянка аптечная, медовик, щирица запрокинутая, звездчатка средняя, подмаренник цепкий, щетинник сизый, ярутка полевая, сушеница болотная, а также горец вьюнковый, птичий и шереховатый.

Многолетние виды сорняков (13,0 % от общей надземной биомассы) состояли главным образом из осота жёлтого (9,0 %). Также можно было встретить бодяка полевого, осота жёлтого, вьюнка полевого, клевера ползучего, подорожника большого, качима метельчатого, цикория обыкновенного, пижму обыкновенную и чистеца болотного. В очень небольших количествах встречались и зимующие сорные растения (0,3 % от общей надземной биомассы): василёк синий, мелколепестник канадский, пастушья сумка, воловик лекарственный, журавельник луговой, жерушник болотный, дрёма белая.

Таблица 3 – Засорённость посевов (по надземной биомассе), 2020-2024 гг., %

Варианты	А1	А2	А3	А4	В0	В1	Среднее
Марь белая	8,6	6,9	8,86	4,7	5,4	9,1	7,3
Куриное просо	11,0	8,4	13,4	3,8	9,5	8,8	9,1
Осот жёлтый	11,5	8,8	9,0	6,5	9,6	8,3	9,0
Однолетние	29,8	20,4	22,9	9,5	19,7	21,6	20,7
Зимующие	0,3	0,1	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3
Многолетние	18,7	14,4	12,4	6,4	12,3	13,6	13,0
Всего	48,9	34,8	35,8	16,3	32,5	35,4	33,9
Всего ($\pm_{05}$)	8,1	7,4	10,0	6,3	7,9	6,0	5,4

Засорённость посевов существенно варьировала, что отразилась и на итоговых результатах. С достоверностью можно утверждать, что вариант, где ежегодно применялись смешанные посевы (А4), имел самую низкую надземную биомассу сорных растений (16,3±6,3 %). В делянках, где высевали только чистовидовые культуры (А1) показатель был выше в три раза (относительно А4), чистовидовые культуры в некоторые годы – в 2,2 раза.

Таким образом, вариант, где ежегодно применялись смешанные посевы ($А_4$), имел самую низкую надземную биомассу сорных растений. В результате можно сказать, что правильное чередование культур в севообороте с точки зрения борьбы с засорённостью как меры, направленной на повышение качества сельскохозяйственной продукции, имеет большое значение.

Список литературы

1. Никитин В. В., Соловниченко В. Д., Навальнев В. В., Карабутов А. П. Влияние севооборотов, способов обработки почв и удобрений на изменение органического вещества в черноземе типичном // Агрохимия, 2017. №2. – 233 с.
2. Пигорев И. Я., Семыкин В. А. Засорённость посевов озимой пшеницы в зависимости от биологических особенностей сортов и технологии возделывания // Современные наукоёмкие технологии.- 2005.-№7. – С.62-64.
3. Жадан В. В., Зимоглядова Г. В., Наказной С. В. Засорённость в зависимости посевов озимой пшеницы от предшественника // Защита и карантин растений. 2010. №3. – С.12-13.
4. Борисова Е.Е. Роль в севооборотах многолетних трав // Вестник НГИЭИ. 2015. Т. 8, № 51. С. 12–19.
5. Фигурин В.А. Выращивание многолетних трав на корм // Киров: Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2013. 188 с.
6. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2016. Т 4, № 60. С. 11–14.
7. Поволоцкая Ю.С. Краткий обзор гуминовых препаратов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Россия, Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Капитал», 2019. № 5. С. 37–40.
8 Доспехов Б. А. Методы полевого опыта с основами статистической обработки // Изд-е 5-е, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1985. 351 с.

УДК 631.811.98

Максимова Р.Б., Замятин С. А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТА «ТОРФЯНОЙ ДАР МАРИЙ ЭЛ» НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В условиях растущей потребности в устойчивом и продуктивном земледелии все большее внимание уделяется биологически активным препаратам. Среди них особое место занимают гуматы – соли гуминовых кислот. В последние годы растет интерес к экологически чистой сельскохозяйственной продукции, получаемой без применения каких-либо искусственных, химических препаратов, широко используемых в современном агробизнесе для повышения продуктивности производства. Одним из таких биопрепаратов является гуминовый стимулятор роста «Торфяной Дар Марий Эл», созданный на основе низинного торфа высокой степени разложения. В статье рассмотрены механизмы действия гуминовых веществ на рост и развитие растений, формирование

урожайности и качества зерна яровой пшеницы. Показано, что применение препарата «Торфяного Дар Марий Эл» дало прибавку урожая 0,17 т/га, при $НСР_{05}$ = 0,18.

Ключевые слова: урожайность, яровая пшеница, почва, минеральные удобрения, органические удобрения, севооборот, гуминовый стимулятор роста.

Современное земледелие сталкивается с необходимостью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур при одновременном снижении пестицидной нагрузки и сохранении плодородия почв. В этой связи особый интерес представляют гуминовые препараты – биологически активные вещества, получаемые из природного сырья. Гуминовые вещества не являются удобрением в прямом смысле, поскольку содержат незначительное количество элементов питания, однако они обладают высокой физиологической активностью, стимулируя ростовые процессы и повышая иммунитет растений.

Яровая пшеница – одна из важнейших зерновых культур, однако её продуктивность часто лимитируется стрессовыми факторам: засухой, заморозками, дефицитом питательных веществ в доступной форме. Традиционная агротехника, опирающаяся на высокие дозы минеральных удобрений, не всегда экономически и экологически оправдана. Гуматы, являясь природным стимулятором роста и комплексообразователями, предлагают путь к повышению эффективности использования ресурсов растениями [1, 2].

Биоорганические удобрения вызывают больший интерес с точки зрения пролонгированного действия, представляющие собой симбиоз микроорганизмов, способных в результате взаимодействия продолжительное время поддерживать свою активность в почве и ризосфере. Одним из способов увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур являются гуминовые препараты [3, 4].

Гуминовые кислоты, получаемые из торфа, наиболее близки по составу к почвенным. Продукт совместим со всеми удобрениями, применяется на всех этапах роста растений. Он не является заменой минеральным удобрениям, но внесение его повышает доступность и своевременность питания для растений, ускоряется фосфорный и калийный обмен, за счет чего развивается крепкая корневая система. [5]. Гуминовый стимулятор роста «Торфяной Дар Марий Эл» относится к симбиотическим препаратам, который предназначен для обработки семян, корневой подкормки сельскохозяйственных культур, созданный на основе низинного торфа высокой степени разложения. Новейшая разработка сочетает полезные свойства гуминовых кислот.

Совершенствование технологии выращивания сельскохозяйственных культур путём применения новых видов комплексных препаратов и удобрений, способствующих улучшению роста и развития растений, и, как следствие, увеличению их продуктивности, является перспективным направлением повышения эффективности отраслей растениеводства.

Основанием для наших исследований стало недостаточное количество данных о влиянии биоорганических препаратов на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Республики Марий Эл. Исходя из вышеизложенного, отделом технологии Марийского НИИСХ были проведены опыты с целью выявить влияние биопрепарата «Торфяной Дар Марий Эл» на формирование урожайности и его качественные характеристики.

Экспериментальная часть работ была выполнена в полевых условиях на опытном поле Марийского НИИСХ - филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока по выявлению эффективности применения биопрепарата «Торфяной ДАР Марий Эл». Для этого был заложен полевой опыт. Исследования проводились по сравнительной схеме – Опыт и Контроль

Помимо хозяйственного контроля на опытных делянках провели три обработки препаратом «Торфяной Дар Марий» по вегетации в фазы кущения и далее с периодичностью в две недели в утренние часы. Норма рабочей жидкости- 300 л/га.

Повторность опыта четырёхкратная. Общая площадь делянки – 3000 м^2. Размещение делянок систематическое.

Агротехника возделывания культур общепринятая для условий Республики Марий Эл. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. В момент закладки опыта пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 2,28 %, общего азота -0,23 %, $pH_{сол}$ – 5,2%, показатель гидролитической кислотности составил 2,21 мг-экв/100г почвы, сумма поглощённых оснований – 7,9 мг-экв/100г почвы. Обеспеченность почвы подвижным фосфором составила в пределах 386 мг, обменным калием – 168 мг на 1кг почвы.

Исследования сопровождались изучением факторов внешней среды, агрохимическими анализами почвы и растений. Учёты и наблюдения проводили общепринятыми методами по Б. А. Доспехову [6]. Структуру урожая определяли методом индивидуального анализа растений пробных снопов, отобранных с постоянных площадок. Урожайность учитывали путём поделяночного обмолота с пересчётом на 100% чистоту и стандартную влажность. Данные результатов исследований подвергались математической обработке.

Урожайность сельскохозяйственных культур является комплексным показателем всех условий, складывающихся в период роста и развития растений. В первую очередь зависит в основном от числа продуктивных растений на единице площади, числу зерен в колосе, массы зерна с одного колоса и массы 1000 семян.

Результаты полевого опыта показали, что обработка растений по вегетации биопрепаратом «Торфяной Дар Марий Эл» по-своему повлияла на структуру урожая яровой пшеницы сорта «Темп» (табл. 1). Опрыскивание увеличило высоту растений на 2,7 см, число зерен в колосе на 0,8 шт. с 1 колоса. Масса зерна с колоса увеличилась на 0,03 гр. Масса 1000 зерен на 0,29 гр. Зато уменьшились такие показатели структуры как число продуктивных стеблей на 0,5 шт/м^2, длина колоса уменьшилась на 0,4 см.

Таблица 1 – Структура урожая яровой пшеницы.

Вариант	Продуктивные стебли, шт/м^2	Высота растений, см.	Длинна колоса, см	Число зернен в колосе, шт	Масса зерна с 1 колоса, гр	Масса 1000 зерен, гр.
Контроль	621,2	89,6	8,7	18,3	0,56	30,60
«Торфяной Дар Марий Эл»	620,7	92,3	8,3	19,1	0,59	30,89

Главным критерием при возделывании сельскохозяйственных культур является урожайность (табл. 2). Обеспечение почвы питательными веществами является одним из основных факторов получения хорошего урожая. Естественно, без дополнительного питания посевы яровой пшеницы не смогут полноценно развиваться и реализовать свой потенциал. Проведённый эксперимент показал, что в относительно благоприятных условиях этого года применение препаратов привело к прибавке урожая.

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы (т/га).

Вариант	Урожайность повторности				Среднее	Прибавка
	I	II	III	IV		
контроль	2,52	3,47	3,48	3,31	3,19	
«Торфяной Дар Марий Эл»	2,51	3,69	3,71	3,53	3,36	+0,17
$НСР_{05}$					0,18	

* - достоверно на 0,05%-ном уровне значимости.

Урожайность яровой пшеницы сорта «Темп», на относительно высоком фоне хозяйственного контроля была на уровне 3,19 т/га.

Дополнительное применение препарата «Торфяного Дар Марий Эл», дало прибавку урожая 0,17 т/га, при $НСР_{05}$ = 0,18. Т.е. прибавка лежала в пределах ошибки опыта.

Таким образом, применение гуматов при возделывании яровой пшеницы – это научно обоснованный и экономически выгодный агроприём. Он позволяет не только получить существенную прибавку урожая и улучшить качество зерна, но и повысить рентабельность производства за счёт оптимизации расходов на минеральное питание и повышения стрессоустойчивости посевов. Интеграция гуматов в современные технологии возделывания яровой пшеницы является важным шагом к ресурсосберегающему и экологически ответственному земледелию. Научные исследования последних лет убедительно доказывают целесообразность включения гуминовых препаратов в технологии возделывания сельскохозяйственных культу.

Список литературы

1. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2016. Т 4, № 60. С. 11–14.
2. Поволоцкая Ю.С. Краткий обзор гуминовых препаратов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Россия, Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Капитал», 2019. № 5–1. С. 37–40.
3. Санин С.С., Мотовилин А.А., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М., Акимова Е.А. Химическая защита пшеницы от болезней при интенсивном зернопроизводстве // Защита и карантин растений. – № 8. – 2011 – С. 3-8.

4. Приходько А. В. Эффективность применения органических удобрений на основе птичьего помёта в короткоротационных севооборотах в условиях степного Крыма // Современные тенденции развития аграрного комплекса. 2016. С.390-395.
5. Смуров С. И., Зюба С. Н., Григоров О. В., Гапиенко О. В. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качественные показатели полевых культур // Инновация в АПК; проблемы и перспективы 2016. №4 (12). С.113 – 118.
6. Доспехов Б. А. Методы полевого опыта с основами статистической обработки. // Изд-е 5-е, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1985. 351 с.

УДК 631.153.3

Максимова Р.Б., Замятин С.А.
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФАНЦ Северо-Востока, п. Руэм

СЕВООБОРОТ КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ БИЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОЧВЫ

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних опытов по изучению влияния минеральных удобрений на биологическую активность дерново-подзолистой почвы аппликационным методом в полевом шестипольном севообороте в условиях Республики Марий Эл. Наибольшая активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов на естественном фоне плодородия отмечается во II плодосменном севообороте, с внесением навоза под картофель – 23,9 % в первый срок экспозиций и 54,7 % во второй срок экспозиции. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ под предпосевную культивацию достоверно повышает биологическую активность почвы по отношению к неудобренному фону, причём достаточно высокая интенсивность разложения льняного полотна наблюдалась во II плодосменном севообороте – за первые 45 дней - 24,9 %, за 90 дней – 56,8 %.

Ключевые слова: севооборот, биологическая активность почвы, гумус, минеральные удобрения, органические удобрения, аппликационный метод.

Почва играет важнейшую роль в природной среде обитания и жизнедеятельности человека, так как она — основное средство сельскохозяйственного производства, относящееся к незаменимым природным ресурсам. Современное земледелие сталкивается с вызовом интенсификации производства без деградации почвенных ресурсов. Длительное использование монокультуры приводит к одностороннему истощению элементов питания, ухудшению физических свойств и, что наиболее критично, к снижению биологической активности. Недостаточное внесение органических и минеральных удобрений в почву, длительное возделывание пропашных культур на одном и том же месте приводят к снижению гумуса в почве, ухудшению водных, физических и физико-химических ее свойств, к истощению плодородия. [1]. Биологическая активность почвы является важным фактором ее плодородия и чувствительным агрономическим и экологическим индикатором изменения почвенной среды под воздействием агротехнических приемов. Научно обоснованными агротехническими приемами можно в значительной степени управлять микробиологической активностью почвы. Севооборот рассматривается как основа биологизации земледелия. Чередование культур с разным типом корневых систем, составом пожнивных остатков и способностью к симбиотической азотфиксации создаёт мозаичные условия для развития почвенной биоты. Агротехнические мероприятия, обработка почвы, применение удобрений, мелиорантов и другие, решающим образом определяют жизнедеятельность микроорганизмов в почве, интенсивность и направленность микробиологических процессов и, тем самым, плодородие почвы. Однако биологическая активность почвы зависит не только от численности обитающих в ней живых микроорганизмов, но и от их видового состава [2].

Активность почвенной флоры, главным образом, зависит от наличия в почве органического вещества при благоприятном сочетании температуры, влажности и плотности. Органическое вещество, консервирующее энергию солнца в химически связанной форме – единственный источник энергии для формирования её плодородия [3, 4].

Исходя из выше изложенного, отделом технологии Марийского НИИСХ-филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока с целью определения биологической активности почвы были проведены опыты под культурами экспериментальных полевых короткоротационных севооборотов, заложенных в 1996 и 1998 годах.

На опытном поле Марийского НИИСХ - филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока был заложен многолетний двухфакторный опыт для оценки определения жизнедеятельности микроорганизмов в полевых севооборотах. Закладка опыта двухфакторная: фактор А – виды севооборотов, фактор В – внесение минеральных удобрений Схема опыта представлена ниже

Фактор А – виды севооборотов:

1. Зернотравяной (овёс + клевер, клевер 1г.п., озимые, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, ячмень) – 83% зерновых (контроль).

2. I плодосменный (викоовсяная смесь на зелёную массу, озимые, ячмень, картофель, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница) – 67% зерновых.

3. II плодосменный (викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, картофель, ячмень + клевер, клевер 1 г.п., озимые) - 67% зерновых.

4. III плодосменный севооборот (ячмень + клевер, клевер 1г.п., клевер 2г.п., озимые, картофель, овёс) – 50%зерновых.

Фактор В – внесение минеральных удобрений:

1.Контроль (без удобрений);

2. $N_{60}P_{60}K_{60}$

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризовалась следующими агрохимическими показателями (табл. 1). Агротехника возделывания культур общепринятая для условий Республики Марий Эл. Учёты и наблюдения проводились общепринятыми методами по Б.А. Доспехову [5]. Основные результаты исследований подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка

Показатели	Единица измерения	
pH (солевой вытяжки)	5,67	ед.
Гидролитическая кислотность	1,69	мг-экв / 100 г.п.
Сумма поглощенныхоснований	7,8	мг-экв / 100 г.п.
P_2O_5 (по Кирсанову)	269	мг / кг почвы
K_2O (по Кирсанову)	128	мг / кг почвы
Гумус по Тюрину	1,73	%
Общий азот	0,19	%

Минеральные удобрения вносились перед посевом культур в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата, хлористого калия. Азотные удобрения под бобовые и предшествующие им культуры не вносились.

Повторность вариантов трёхкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь делянок первого порядка 330 м^2, второго – 165 м^2, третьего – 82,5 м^2. Учётная площадь – 60 м^2. Биологическую активность исследуемых почв определяли методом аппликации. Образцы представляли собой льняную ткань, так как льняная ткань более однородна по химическому составу и разлагается быстрее и результаты по ней могут отражать исходную биологическую активность почвы по вариантам опыта. Время экспонирования образцов с интервалами составило 90 дней. Через 45 дней часть полотен извлекали, а оставшуюся часть вынимали через 90 дней. По убыли массы ткани судили об биологической активности почвы, выраженную в %.

В ходе эксперимента получены данные о ходе изменения биологической активности дерново-подзолистой почвы под влиянием двух факторов: видов севооборотов и минеральных удобрений. Исследования показали, что интенсивность разложения льняного полотна в пахотном слое почвы изменяется в течение вегетационного периода (табл. 2). Биологическая деятельность почвы в первый срок экспозиций по неудобренным делянкам существенно не отличалась и находилась в пределах 17,7 – 22,9%. Активность разложения полотна в этот период относительно высока, что обусловлено достаточно благоприятными условиями почвы и температурным режимом. За 22 года исследований сравнительно лучшая активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в естественном фоне плодородия наблюдается во втором плодосменном севообороте – 22,9% в первый срок определения и 54,7% во второй срок определения (табл.3). Менее активно микробиологическая деятельность почвы протекала за первые 45 дней в зернотравяном севообороте (83% зерновых) – 17,7% и 43,4% - во второй срок экспозиции, это связано с дефицитом органического вещества из-за отсутствия их поступления.

Различия по биологической активности между вариантами зависели от количества органического вещества, запаханного в почву. В вариантах с включением в севооборот бобовых культур степень разложения полотна значительно повышается. Это связано с тем, что после бобовых в почве остается большая масса богатого азотом легкоразлагающегося органического вещества.

Длительное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ под основную обработку полей севооборотов заметно увеличивает целлюлозоразлагающую способность почвы по отношению к неудобренному фону, причём достаточно высокая интенсивность разложения льняного полотна

наблюдалась также во втором плодосменном севообороте – за первые 45 дней – 24,9%, за 90 дней – 56,8%. В этом севообороте наибольшее разложение льняного полотна отмечалось под картофелем, где под эту культуру вносили навоз в дозе 80 т/г, что существенно усиливало интенсивность разложения льняного полотна, причём позитивное влияние навоза начинает проявляться с момента его внесения.

Таблица 2 – Биологическая активность почвы по севооборотам.

Виды севооборотов	Удобрения	Разложение полотна за 45 дней, %	Разложение полотна за 90 дней, %
1.Зернотравяной (83% зерновых	Без удобрений	17,7	43,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,5	46,4
2. I Плодосменный (67% зерновых)	Без удобрений	19,0	49,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,6	52,9
3. II Плодосменный (67% зерновых)	Без удобрений	22,9	54,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	24,9	56,8
4. III Плодосменный (50% зерновых)	Без удобрений	21,2	52,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	22,6	56,0
$НСР_{05}$ частных различий 1		4,2	10,5
частных различий 2		0,8	1,3
фактор А (севооборот)		3,0	7,4
фактор В (удобрения)		0,4	0,7

По нашим наблюдениям динамика разложения льняного полотна на удобренном фоне за все годы наблюдений аналогична динамике на неудобренном фоне, но на более высоких значениях этого показателя. Проведённый корреляционный анализ (2003-2024 гг) между средним разложением льняного полотна под культурами за весь период вегетации и значением гидротермического коэффициента (ГТК) показал тесную прямую зависимость, которая в первый срок экспозиции (45 дней) составила 0,87… 0,90, во второй срок экспозиции – 0,86 … 0,89 (табл. 3).

Таблица 3 – Корреляционная зависимость разложения льняного полотна от ГТК

Годы исследований	Разложение ткани за 45 дней, %		ГТК за первую половину вегетации	Разложение ткани за 90 дней, %		ГТК за вегета-цию
	Без удобр.	$N_{60}P_{60}K_{60}$		Без удобр.	$N_{60}P_{60}K_{60}$	
2003	15,5	15,1	0,61	38,6	38,5	0,97
2004	12,7	12,4	0,57	39,7	39,9	0,99
2005	37,9	40,7	2,61	83,9	91,3	1,73
2006	27,0	31,0	1,66	40,8	44,3	1,03
2007	12,0	11,9	0,53	28,6	28,9	0,56
2008	21,8	26,5	1,77	62,5	72,0	1,64
2009	20,5	21,7	1,38	43,9	46,1	1,15
2010	19,6	20,9	1,25	41,2	44,3	1,14
2011	26,1	29,2	1,15	60,5	62,6	1,48
2012	13,7	14,9	0,87	49,1	54,7	1,34
2013	36,0	38,1	2,06	85,8	88,7	1,71
2014	8,8	7,8	0,78	37,0	36,1	0,77
2015	12,9	11,7	0,51	21,5	19,1	0,37
2016	29,8	30,3	1,52	86,9	88,7	1,22
2017	23,0	25,0	1,04	63,9	66,7	1,24
2018	21,4	21,4	0,93	42,2	45,0	1,21
2019	12,8	13,4	0,80	25,6	28,0	0,84
2020	19,5	21,9	0,77	61,9	67,8	1,29
2021	9,5	9,7	0,50	25,7	28,6	0,56
2022	32,4	37,7	2,87	78,0	86,8	1,85
2023	20,9	22,1	1,37	40,6	44,3	0,87
2024	17,6	19,3	1,31	65,4	68,4	1,76
r	**0,87**	**0,90**		**0,86**	**0,89**	

Таким образом, биологическая деятельность почвы в течение всего вегетационного периода более выражена во втором и третьем плодосменном севооборотах, несколько слабее в первом плодосменном севообороте и ниже других она в зернотравяном севообороте. Результаты показали, что введение в севообороты многолетних бобовых трав обеспечило поступление в почву низкоуглеродистых высококачественных органических остатков. Это приводит к увеличению общего числа микроорганизмов и вызывает изменения в структуре микробного ценоза. В севооборотах с многолетними травами прослеживается тенденция к увеличению численности микроорганизмов, усваивающих органические формы азота, на 0,9-1,2%, а также уменьшению доли микроорганизмов, ассимилирующих минеральный азот, на 1,7-3,6%.

Список литературы

1. Никитин В. В., Соловниченко В. Д., Навальнев В. В., Карабутов А. П. Влияние севооборотов, способов обработки почв и удобрений на изменение органического вещества в черноземе типичном // Агрохимия, 2017. №2. 233 с.
2. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
3. Саетгалиева Г. Э. Ферментативная активность почвы как показатель её плодородия // Молодой учёный. – 2014. – С. 277-278.
4. Кузминых А. Н. Влияние видов паров на микробиологическую активность почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2012. - №5 (30). – С. 44-46.
5. Доспехов Б. А. Методы полевого опыта с основами статистической обработки / Изд-е 5-е, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1985. 351 с.

УДК 631.559:635.65

Артеменко П.В., Саскевич П.А.
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. В данной работе обобщены результаты многолетних научных исследований по актуальным вопросам формирования высокопродуктивных агроценозов основных зернобобовых культур (соя, горох посевной, люпин узколистный). Использование научно обоснованных технологий при возделывании зернобобовых культур позволяет формировать достаточно высокую урожайность зерна 38,5 – 41,3 ц/га и получение сырого белка с одного гектара 11,5 – 17,1 ц/га, а также сырого жира 1,0 – 7,7 ц/га.

Ключевые слова: соя, горох посевной, люпин узколистный, минимальная/максимальная урожайность, содержание сырого жира, содержание сырого белка, сбор жира, сбор белка, продуктивность, зерновые бобовые.

Зерновые бобовые культуры играют чрезвычайно важную роль в земледелии Республики Беларусь, обеспечивая потребности в производстве высокобелковых пищевых продуктов, а также создание белковых ресурсов для полноценного кормления всех видов сельскохозяйственных животных. По сравнению с зерновыми злаковыми культурами семена зернобобовых культур содержат в полтора, а некоторые и в три раза больше белковых веществ. Уровень производства животноводческой продукции, ее качество и экономические показатели в значительной степени определяются количеством белка в рационе животных.

Ценность зерновых бобовых заключается не только в высоком содержании белка (зерне - 30-40%, в сухом веществе зеленой массы - 20%) с богатым аминокислотным составом, но и превосходном соотношении аминокислот, высоким содержанием сахаров и ненасыщенных животных кислот при практическом отсутствии в его составе нитратов и ингибиторов трипсина, что позволяет скармливать его без дополнительной термической обработки.

Они являются хорошими средообразующими культурами, повышающими плодородие почвы и улучшающими ее физическое, химической и фитосанитарное состояние.

С помощью мощной корневой системы растения зернобобовых культур эффективно разуплотняют подплужную подошву, хорошо дренажируют пахотный слой и подпахотные горизонты, улучшают поступление влаги и питательных веществ, уменьшают эрозию почвы.

Установлено, что зернобобовые культуры являются хорошими фитосанитарами. При разложении их пожнивных и корневых остатков подавляется развитие многих патогенных грибов, в том числе возбудителей корневых гнилей зерновых культур.

В последние годы наметилась тенденция роста посевных площадей зернобобовых культур, поставлена задача в увеличении посевных площадей, занятых под зернобобовыми культурами до 350 тысяч гектар. Это связано с тем, что одной из проблем в агропромышленном комплексе Республики Беларусь является дефицит и относительно невысокое качество растительного белка, что в свою очередь является лимитирующим фактором в животноводческой отрасли. Решение данной задачи позволит более рационально использовать фуражное зерно и стимулировать замещение импорта белкового сырья для производства комбикормов.

Гидротермический режим вегетационных периодов последних лет характеризуется отсутствием значимых девиаций от среднемноголетних значений. Сложившиеся температурные условия и уровень атмосферного увлажнения являются оптимальными для реализации биологического потенциала продуктивности зернобобовых культур и формирования устойчивых агрофитоценозов.

В системе возделывания зернобобовых культур определяющим компонентом выступают инновационные агротехнологии, среди которых особая роль отводится интенсивной химизации. Применение средств защиты растений и удобрений не только оптимизирует структуру факторов формирования урожая, но и существенно повышает окупаемость капиталовложений. Данная зависимость обусловлена тем, что неблагоприятная фитосанитарная обстановка (развитие патогенов, экспансия вредителей и сорной растительности) детерминирует значительное снижение эффективности использования минеральных удобрений и иных технологических затрат.

Согласно результатам многолетних исследований и нормативным данным, воздействие вредных организмов способно привести к потере 43,0–64,0 % потенциальной биопродуктивности зерновых бобовых агроценозов. Для минимизации данных рисков и реализации генетического потенциала культур необходима комплексная интеграция таких элементов, как сбалансированное минеральное питание, применение регуляторов роста, микроудобрений и инокулянтов, а также обязательное проведение предуборочной десикации. Данные мероприятия обеспечивают оптимизацию продукционного процесса и способствуют формированию устойчивых высокопродуктивных агрофитоценозов.

Перспективы дальнейшего развития отрасли сопряжены с непрерывным научно-технологическим поиском, что предполагает возможность трансформации установленных нормативов и параметров по мере интенсификации производства. Текущие показатели служат фундаментальным научным базисом для последующих изысканий. Эволюция агротехнических подходов сопровождается естественной элиминацией неэффективных схем возделывания и расширением сферы применения научно обоснованных, высокотехнологичных решений, определяющих современный уровень урожаеобразующих факторов.

Внедрение современных сортов зернобобовых культур, характеризующихся высоким генетическим потенциалом продуктивности и содержанием белка в диапазоне 21,7–44,3 %, в сочетании с внедрением инновационных агротехнологий возделывания, позволяет в условиях Республики Беларусь достигать урожайности зерна на уровне 38,5–41,3 ц/га. Данные параметры подтверждены результатами многолетних исследований профильных научных учреждений и данными государственных сортоиспытательных станций. (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность и качество зерна зернобобовых культур.

Показатели	Культура		
	Соя	Горох посевной	Люпин узколистный
Урожайность, ц/га	17,5 / 38,5	20,3 / 41,3	19,9 / 39,8
Содержание сырого белка, %:	36,9 / 44,3	21,7 / 27,9	31,2 / 41,1
Сбор сырого белка ц/га:	6,5 / 17,1	4,4 / 11,5	6,2 / 16,4
Содержание сырого жира, %:	17,4 / 21,1	0,7 / 2,5	3,4 / 6,1
Сбор сырого жира, ц/га:	3,1 / 7,7	0,1 / 1,0	0,7 / 2,4

Примечание: – в числителе, указано значение урожайности зерна, содержание белка и жира, которые получены при базовой технологии возделывания культур;

– в знаменателе указано значение урожайности зерна, содержание белка и жира, которые получены при внедрении научно обоснованной технологии.

При получении максимальной урожайности зернобобовых культур сбор сырого белка гороха посевного увеличивается с 4,4 до 11,5 ц/га, люпина узколистного – 6,2 до 16,4 ц/га. Белковая продуктивность сои возрастает с 6,5 до 17,1 ц/га. При этом увеличивается и сбор растительного жира: гороха с 0,1 до 1,0 ц/га; люпина узколистного – 0,7 до 2,4 ц/га; сои – 3,1 до 7,7 ц/га.

Систематический фитопатологический мониторинг семенного фонда зернобобовых культур свидетельствует о повсеместной инфицированности семян патогенными микроорганизмами в условиях Республики Беларусь. Данная ситуация детерминирована спецификой региональных агроклиматических параметров, способствующих развитию микозов и бактериозов.

В этой связи предпосевная инкрустация семян фунгицидными протравителями выступает в качестве наиболее таргетированного, экономически эффективного и экологически обоснованного метода защиты на ранних этапах онтогенеза (семена, проростки, всходы). В зависимости от спектра действия препарата, биологическая эффективность обработки обеспечивает прибавку урожайности зерна в пределах 4,4–6,8 ц/га.

В растениеводстве в целях ресурсосбережения, в первую очередь следует оптимизировать систему удобрений, затраты на которые занимают наибольший удельный вес в структуре себестоимости продукции. Применительно к зерновым бобовым культурам более эффективный путь в этом направлении максимальное использование потенциала симбиотической фиксации азота воздуха на основе широкого применения бактериальных препаратов.

Применение инокулянтов — это один из самых эффективных и экономически выгодных приемов при выращивании зерновых бобовых культур. Поскольку, они способны вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями, которые фиксируют азот из воздуха и отдают его растению. Таким образом снижение зависимости от минеральных азотных удобрений,и растения может обеспечить себя до 60-80% необходимого азота за счет симбиоза. При урожайности семян 16 – 22 ц/га и зеленой массы 400 – 500 ц/га они фиксируют до 160 – 180 кг/га азота, из которых одна половина накапливается в урожае семян, а другая остается в почве с корневыми и пожнивными остатками. А так же применении инокулянтов на зерновых бобовых культурах повышение урожайности зерна может достигать до 25% и более [5, 6].

Фунгицидная защита посевов в период вегетации является критически важным элементом технологии, позитивно влияющим на физиологическое состояние растений и формирование элементов структуры урожая. Сохраненная часть продукции при реализации данной стратегии варьируется от 6,6 до 7,8 ц/га.

Высокая хозяйственная и экономическая эффективность контроля засоренности посевов достигается путем использования гербицидов почвенного и системного действия. Меры борьбы с однолетними и многолетними сорными растениями позволяют обеспечить дополнительный сбор зерна в объеме 3,1–14,6 ц/га [2, 3].

Регуляторы роста природного происхождения способствуют интенсификации ростовых процессов и оптимизации морфофизиологических параметров агроценоза. Протективный эффект данных препаратов проявляется в повышении адаптивного потенциала культур: активации антистрессовых механизмов (устойчивость к гипертермии и ксерофитным условиям), снижении интенсивности транспирации и повышении коэффициента использования биофильных элементов. Данный технологический прием обеспечивает прибавку урожайности зерна в диапазоне 2,6–7,3 ц/га.

Достижение максимальной биопродуктивности зернобобовых невозможно без сбалансированного обеспечения мезо- и микроэлементами. Предпосевная обработка семян микроудобрениями детерминирует рост урожайности на 2,3–3,9 ц/га. Не менее эффективным является применение некорневых подкормок в критические фазы развития, что особенно актуально для посевов сои, где прибавка составляет 2,8–4,7 ц/га.

Системный анализ показывает, что достижение продуктивности зернобобовых на уровне 36,5–41,3 ц/га при содержании белка 27,9 – 44,3 % детерминировано интеграцией в производственный процесс новых современных технологий возделывания культур. Ключевыми факторами реализации биологического потенциала современных сортов выступают: комплексная защита агрофитоценозов (предпосевная обработка семян, этапные фунгицидные и гербицидные обработки, предуборочная десикация), а также оптимизация минерального питания путем внесения макро- и микроудобрений в сочетании с инокуляцией и применением регуляторов роста.

Список литературы

1. Запрудский, А.А. Биологические особенности и технологические приемы формирования высокопродуктивных посевов кормовых бобов в условиях Беларуси : монография / А. А. Запрудский ; РУП «Ин-т защиты растений». - Минск : Колорград, 2024. - 234 с.
2. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; ред. В.А. Бейня: сост.: Т.В. Семашко [и др.] : – Минск: ИВЦ Минфина, 2025. – 300 с.
3. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2017. – 315 с.
4. Технологические основы растениеводства. Растениеводство : пособие / И. М. Нестерова, В. Г. Таранухо. – Горки : БГСХА, 2024. – 99 с.
5. Персикова, Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений : монография. / Т.Ф Персикова. – Горки, 2002. – 326 л.

6. Сафронова, Н.П. Физиолого-биохимические свойства и эффективность бинарных инокулянтов гороха: автореф. …дис. канд. биол. наук: 04.03.05/ Н.П. Сафронова; ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». – Минск, 2005. – 24 с.

УДК 631.171:004.8

Малышев И.О., Смирнов А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АПК: СОВРЕМЕННЫЕ ПРАКТИКИ И ТЕНДЕНЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются современные направления применения искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе. На основе сравнительного анализа зарубежных и отечественных практик систематизированы основные области внедрения ИИ в сельском хозяйстве: мониторинг посевов, точное земледелие, автономное управление техникой, анализ состояния животных и агроконсультирование. Выделены основные барьеры распространения ИИ-решений в российском АПК, куда относятся: высокая стоимость внедрения, дефицит квалифицированных кадров и зависимость от качества исходных данных. Сделан вывод о перспективности интеграции ИИ с технологиями дистанционного зондирования земли, машинного зрения и цифровых платформ поддержки принятия решений.

Ключевые слова: генеративные нейросети, агропромышленный комплекс, тенденции, сельское хозяйство, систематизация.

В условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса технологии искусственного интеллекта становятся одним из основных факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Их применение охватывает задачи мониторинга посевов, прогнозирования урожайности, управления техникой, диагностики заболеваний растений и животных, а также автоматизации принятия решений. Вместе с тем остается недостаточно систематизированным вопрос о том, какие именно ИИ-решения уже применяются в АПК, какие эффекты они обеспечивают и какие ограничения препятствуют их масштабному внедрению в российской практике.

Цель исследования – систематизировать тренды применения генеративных нейросетей в агросекторе.

Задачи исследования:

1. рассмотреть мировые тенденции применения искусственного интеллекта в агросекторе;
2. представить отечественные способы применения генеративных нейросетей в агросекторе;
3. сформировать выводы и предположить будущие тенденции использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Объект исследования – процессы цифровизации агропромышленного комплекса.

Предмет исследования – технологии и практики применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Научная новизна исследования состоит в систематизации направлений применения искусственного интеллекта в АПК с выделением функциональных классов решений, барьеров внедрения и перспектив адаптации зарубежных практик к условиям Российской Федерации.

Методологическую основу исследования составили сравнительный анализ отечественных и зарубежных практик внедрения ИИ в АПК, контент-анализ аналитических отчетов и открытых данных о цифровизации сельского хозяйства, кейс-метод применительно к отдельным технологическим решениям.

Современная международная практика показывает, что технологии искусственного интеллекта активно интегрируются в агропромышленный комплекс, охватывая как растениеводство, так и животноводство, логистику, мониторинг земельных ресурсов и поддержку управленческих решений. Одним из лидеров по внедрению ИИ-решений в аграрной сфере выступают США, где соответствующие технологии применяются в системах точного земледелия, автономного управления техникой, анализа состояния посевов и автоматизированного внесения средств защиты растений. Значительную роль в данном процессе играют крупные технологические компании и специализированные разработчики, в том числе John Deere, IBM, Microsoft, The Climate Corporation и Blue River Technology.

Показательным примером является система See & Spray, разработанная Blue River Technology. Данное решение основано на применении технологий компьютерного зрения и алгоритмов распознавания объектов, что позволяет идентифицировать сорные растения и осуществлять точечное внесение гербицидов. Подобный подход способствует снижению расхода химических средств, повышению точности обработки и уменьшению экологической нагрузки на агроландшафты. В результате искусственный интеллект используется как средство повышения ресурсной эффективности сельскохозяйственного производства.

Существенный интерес представляет и опыт Индии, где развивается применение больших языковых моделей и цифровых платформ консультативной поддержки аграриев. В частности, платформа Dhenu Agri ориентирована на анализ пользовательских данных и формирование персонализированных рекомендаций, связанных с удобрениями, семенным материалом и агротехническими мероприятиями. Подобные решения демонстрируют, что ИИ в АПК способен выполнять задачи интеллектуального сопровождения сельскохозяйственного производства.

Российская практика внедрения искусственного интеллекта в АПК также демонстрирует положительную динамику. По оценкам НИУ ВШЭ, к 2030 г. ожидается существенный рост спроса на высокотехнологичные решения в области искусственного интеллекта, а уровень цифровой зрелости агросектора должен значительно повыситься, что указывает на постепенный переход от единичных пилотных проектов к более широкому использованию интеллектуальных систем в производственных и управленческих процессах.

Одним из наиболее заметных направлений отечественного внедрения ИИ является автономизация сельскохозяйственной техники. Так, опыт АО «Когнитив» показывает, что системы автономного управления могут обеспечивать экономию топлива и одновременно повышать производительность выполнения полевых работ. Подобные решения имеют особую значимость в условиях роста издержек, дефицита кадров и необходимости повышения точности технологических операций. В данном случае искусственный интеллект становится фактором оптимизации использования материально-технических ресурсов и повышения общей эффективности агробизнеса.

В животноводстве ИИ-решения применяются прежде всего для мониторинга физиологического состояния животных, раннего выявления заболеваний и повышения точности управления кормлением. Показателен пример компании «Альянс», где использование интеллектуального анализа данных в мониторинге здоровья коров сопровождалось ростом надоев и сокращением расхода кормов. Рассматриваемые решения позволяют не только улучшать производственные показатели, но и повышать качество управления стадом на основе объективных и регулярно обновляемых данных.

Отдельного внимания заслуживают технологии автоматизированной оценки качества сельскохозяйственной продукции. В частности, система «ВИСКОНТ.Свекла» от компании «Русагро-центр» использует анализ видеоматериалов для определения качественных характеристик выращенной свеклы. Подобные решения позволяют снизить зависимость от субъективной ручной оценки, повысить точность приемки продукции и стандартизировать процедуры контроля качества. Внедрение такого рода систем свидетельствует о расширении применения искусственного интеллекта за пределы полевых работ и его переходе в сферу производственной экспертизы и контроля.

Несмотря на наличие положительных кейсов, уровень распространения ИИ в российском АПК пока остается ограниченным. По имеющимся оценкам, лишь относительно небольшая доля сельскохозяйственных компаний уже внедрила технологии искусственного интеллекта в бизнес-процессы, тогда как значительная часть предприятий только рассматривает такую возможность. Следовательно, можно отметить, что отечественный рынок находится на стадии активного формирования, но пока не достиг уровня массового внедрения интеллектуальных решений.

К числу основных барьеров относятся высокая стоимость проектов, сложности с кредитованием, зависимость от импортных компонентов и оборудования, дополнительные издержки, связанные с обновлением технической базы, а также дефицит квалифицированных специалистов. Также существенным ограничением выступает качество исходных данных: эффективность ИИ-систем напрямую зависит от полноты, достоверности и регулярности поступающей информации. Следовательно, успешная цифровая трансформация АПК требует развития инфраструктуры данных, подготовки кадров и институциональной поддержки инноваций.

Перспективным направлением является использование ИИ для диагностики заболеваний растений. Так, компания R-Style Softlab представила решение, позволяющее определять болезни сельскохозяйственных и плодовоовощных культур по фотографиям. Подобные платформы ориентированы на оперативную идентификацию патологий, формирование рекомендаций по лечению и снижение риска дальнейшего распространения заболеваний. В данном случае искусственный интеллект выступает как инструмент ранней диагностики и оперативной агрономической поддержки, что особенно важно для минимизации потерь урожая.

Значительный научно-практический потенциал имеют и отечественные исследовательские проекты, связанные с анализом посевных площадей и картографированием сельскохозяйственных

угодий. Примером является проект ДГТУ «Математическое моделирование и алгоритмы моделирования роста растений на основе автоматизированной картографической системы». В рамках данного направления проводилось исследование нейросетевых моделей, предназначенных для детектирования и классификации культурных и сорных растений, а также оценки плотности всходов. Интеграция подобных моделей в программно-аппаратные комплексы позволяет визуализировать пространственные данные в виде тепловых карт и тем самым повышать качество мониторинга полей и обоснованность агротехнологических решений.

Важной тенденцией последних лет становится совмещение технологий искусственного интеллекта с агродронами, дистанционным зондированием Земли, гиперспектральным анализом и геоинформационными системами. Данный подход открывает возможности для комплексной оценки состояния почв, выявления зон деградации, актуализации границ полей, мониторинга посевов и оптимизации агрохимических мероприятий. В условиях климатической нестабильности и роста требований к устойчивому развитию сельского хозяйства подобные решения приобретают стратегическое значение.

Также перспективным направлением является создание интегрированных цифровых платформ, объединяющих функции скаутинга полей, учета материально-технических ресурсов, передачи заданий механизаторам и аналитической поддержки агрономических решений. В дальнейшем именно такие комплексные системы могут стать основой цифровой экосистемы агропромышленного комплекса, в которой искусственный интеллект будет выполнять не отдельные прикладные функции, а роль связующего элемента между различными этапами производственного цикла.

Таким образом, проведенный анализ позволяет выделить несколько ключевых тенденций применения технологий искусственного интеллекта в АПК. Во-первых, наблюдается расширение спектра практических решений: от компьютерного зрения и автономного управления техникой до интеллектуального агроконсультирования и диагностики заболеваний растений. Во-вторых, ИИ все активнее интегрируется с дронами, дистанционным зондированием земли и ГИС-технологиями, что повышает точность мониторинга и управленческих решений. В-третьих, использование искусственного интеллекта способствует снижению издержек, росту производительности и более рациональному использованию ресурсов. В-четвертых, дальнейшее масштабирование ИИ в российском агросекторе сдерживается совокупностью экономических, кадровых и инфраструктурных ограничений, преодоление которых требует системного подхода на уровне государства, науки и бизнеса.

Проведенный анализ показал, что в АПК наибольшее распространение получили ИИ-решения в сфере мониторинга посевов, точного земледелия, машинного зрения, управления сельхозтехникой и анализа состояния животных. В российской практике ключевыми барьерами выступают высокая стоимость внедрения, дефицит квалифицированных кадров, зависимость от аппаратной базы и недостаточная зрелость цифровой инфраструктуры. Перспективными направлениями являются интеграция ИИ с дистанционным зондированием земли, развитие платформ агроконсультирования на основе больших языковых моделей, а также использование генеративных моделей для синтеза данных, прогнозирования сценариев и автоматизации агроаналитики.

Список литературы

1. Аграрии внедряют ИИ. Как нейросети повышают урожаи в мире и в России // РБК Компании. 21.10.2025. URL: https://companies.rbc.ru/news/glTgn68IPK/agrarii-vnedryayut-ii-kak-nejroseti-povyishayut-urozhai-v-mire-i-v-rossii/ (дата обращения: 13.03.2026).
2. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве (АПК) // TAdviser. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_сельском_хозяйстве_(АПК) (дата обращения: 13.03.2026).
3. Нейросети на службе урожая: донские исследователи создают карты сорности и урожайности полей // Поиск. 22.01.2026. URL: https://poisknews.ru/iskusstvennyj-intellekt/nejroseti-na-sluzhbe-urozhaya-donskie-issledovateli-sozdayut-karty-sornosti-i-urozhajnosti-polej/ (дата обращения: 13.03.2026).
4. Отраслевой дайджест Альянса в сфере ИИ: тенденции применения ИИ и генеративного ИИ в отдельных отраслях // Альянс в сфере искусственного интеллекта. 16.05.2025. URL: https://a-ai.ru/?page_id=3043 (дата обращения: 16.03.2026).
5. Топ-15 трендов в сфере AgroTech / Л. С. Беликова, Г. В. Волоховский // Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. 29.08.2025. URL: https://issek.hse.ru/news/1079552324.html (дата обращения: 13.03.2026).

УДК 633.358:631.8

Кузьминых А.Н., Яранцев И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА ПОСЕВНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по изучению эффективности применения гуминовых удобрений и стимуляторов роста при возделывании гороха сорта Рокет. Установлено, что использование гуминовых удобрений при возделывании гороха обеспечивало увеличению урожайности зерна на 9,4-18,2 %, а стимуляторов роста – на 3,5-11,7 %. Максимальная урожайность получена в агротехнологии гороха с применением гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 3,41 т/га. Содержание сырого протеина в зерне гороха при использовании гуминовых удобрений увеличилось на 0,06-0,69 %, а стимуляторов роста – на 0,31-0,94 %.

Ключевые слова: горох посевной, гуминовые удобрения, стимуляторы роста, урожайность, качество зерна.

В настоящее время одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса России является увеличение объемов производства продукции зернобобовых культур, как источника обеспечения населения страны белковыми продуктами питания, животноводства – высококачественными кормами и перерабатывающей промышленности – важным сырьем [1, 2].

Горох посевной (*Pisum sativum L*) является однолетним растением из семейства бобовых. Начало его возделывания человеком упоминается с 4 века до нашей эры, поэтому горох входит в число древнейших культурных растений. В России горох является наиболее распространенной зернобобовой культурой [4, 5].

Нечерноземная зона РФ, относящаяся к зоне рискованного земледелия, характеризуется бедными по природе, главным образом дерново-подзолистыми, почвами, недостатком солнечной энергии, поздневесенними и раннеосенними заморозками и т.д., что сильно ограничивает получение высоких, стабильных по годам с хорошим качеством урожаев, пригодного для продовольственных целей, зерна сельскохозяйственных культур. С переходом агропромышленного сектора нашей страны с плановой на рыночную форму хозяйствования, в связи с дороговизной, постоянным ростом стоимости и нестабильностью цен на энергоносители, удобрения и средства защиты растений, наблюдается вынужденное упрощение агротехнологий и, в целом, ухудшение культуры земледелия. Однако производство сельскохозяйственной продукции высокого качества и в достаточном количестве в наше время все же невозможно без применения химических средств. Одним из наиболее перспективных направлений современных агротехнологий должно стать широкое использование гуминовых удобрений и стимуляторов роста растений [3].

Материалы и методы исследований. Нами с целью изучения влияния гуминовых удобрений и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна гороха посевного в 2025 году на опытном поле Марийского государственного университета в звене севооборота был заложен двухфакторный опыт по следующей схеме:

Фактор А – Гуминовые удобрения:
A_1 – Вода (контроль);
A_2 – Гумат +7;
A_3 – Энерген Экстра;
Фактор В – Стимуляторы роста:
B_1 – Вода (контроль);
B_2 – Альбит;
B_3 – Циркон.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, с содержанием в пахотном слое (0-22 см) щелочно-гидролизуемого азота 84 мг/кг, подвижного фосфора – 210 мг/кг и обменного калия – 102 мг/кг. Опыт был заложен по полной факториальной схеме в трехкратной повторности. Общая площадь делянки составила 40, а учетная – 36 м^2. Технология возделывания гороха посевного была рекомендованной для зоны. Сорт гороха усатого морфотипа – Рокет. Норма высева составила 1,2 млн. всхожих семян на 1 га. Предшественник – яровая пшеница. Обработку посевов гороха гуминовыми удобрениями и стимуляторами роста проводили в фазу всходов. Расход препаратов составил: Гумат +7 – 0,7 кг/га; Энерген Экстра – 0,05 кг/га; Альбита – 30 мл/га; Циркона – 30 мл/га, а рабочей жидкости – 250 л/га. Наблюдения, учеты и анализы на опыте вели по соответствующим общепринятым методикам.

Объектом исследования выступал среднеспелый безлисточковый сорт гороха посевного Рокет (вегетационный период 68-96 дней, высота 46-90 см), допущенный к использованию в

Центральном, Центрально-Черноземном, Средневолжском, Северо-Западном, Волго-Вятском, Северо-Кавказском, Уральском, Западно-Сибирском регионах. Сорт характеризуется средней урожайностью 22-27 ц/га (потенциальная – до 56 ц/га) и массой 1000 зерен 166-232 г, что несколько ниже стандартов, однако отличается технологичностью уборки. При содержании белка 20,9-22,1 % сорт проявляет среднюю устойчивость к аскохитозу и серой гнили, уступая стандарту по засухоустойчивости.

Результаты исследований. В ходе любого полевого эксперимента с сельскохозяйственной культурой подводят итоги и дают оценку ее продуктивности. Результаты исследований показали, что гуминовые удобрения и стимуляторы роста влияли на урожайность гороха посевного (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна гороха

Фактор		Урожайность т/га	+/- к контролю, т/га	
A	B		A	B
A_1	B_1	2,63	-	-
	B_2	2,94	-	+0,31
	B_3	2,86	-	+0,23
A_2	B_1	3,11	+0,48	-
	B_2	3,41	+0,47	+0,30
	B_3	3,22	+0,36	+0,11
A_3	B_1	2,97	+0,34	-
	B_2	3,29	+0,35	+0,32
	B_3	3,13	+0,27	+0,16
$НСР_{05}$ Фактор А		0,12		
Фактор В		0,14		

Установлено, что при возделывании гороха с применением гуминового удобрения Гумат+7 (фактор A_2) обеспечивалась более высокая урожайность зерна – от 3,11 до 3,41 т/га в зависимости от используемых стимуляторов роста (фактор В). При этом прирост урожайности, в сравнении с контрольными вариантами, составил 0,36-0,48 т/га. Несколько меньшая урожайность гороха была при обработке посевов гуминовым удобрением Энерген Экстра (фактор A_3) – 2,97-3,29 т/га.

Среди исследуемых стимуляторов роста большую эффективность показал Альбит (фактор B_2). В зависимости от применяемых гуминовых удобрений урожайность зерна составила от 2,94 до 3,41 т/га, а прибавка урожайности – 0,30-0,32 т/га. Использование же в агротехнологии гороха стимулятора роста Циркон (фактор B_3) обеспечивало урожайность гороха 2,86-3,22 т/га.

Максимальной по опыту урожайность была при возделывании гороха с применением гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 3,41 т/га (фактор A_2B_2).

Структура урожая собой представляет совокупность морфологических признаков и количественных характеристик, обосновывающих получение того или иного уровня урожайности культуры. Нами был проведен анализ структуры урожая гороха. Основными анализируемыми элементами структуры урожая гороха в наших исследованиях были: количество растений на единице посевной площади, количество бобов на одном растении, количество зерен в одном бобе и масса 1000 зерен (табл.2).

Таблица 2 – Структура урожая гороха

Фактор		Количество растений, шт./м^2	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество зерен в 1 бобе. шт.	Масса 1000 зерен, г
A	B				
A_1	B_1	82	4,4	4,6	176,3
	B_2	84	4,3	4,9	185,3
	B_3	84	4,4	4,8	179,3
A_2	B_1	86	4,5	5,0	185,0
	B_2	88	4,4	5,2	185,6
	B_3	86	4,4	5,1	185,4
A_3	B_1	84	4,4	5,0	178,7
	B_2	86	4,4	5,2	185,5
	B_3	86	4,3	5,2	182,2

Результаты анализа структуры урожая выявили, что более высокая урожайность гороха, возделываемого с применением гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит

обеспечивалась количеством растений на единице посевной площади – 88 шт./м^2, количеством бобов на одном растении – 4,4 шт., количеством семян в одном бобе – 5,2 шт. и массой 1000 семян – 185,6 г.

В целом следует отметить, что применение в агротехнологии гороха гуминовых удобрений Гумат +7 и Энерген Экстра (факторы A_2 и A_3), а также стимуляторов роста Альбит и Энерген Экстра (факторы B_2 и B_3) улучшало основные характеристики структуры урожая культуры.

На питательную и кормовую ценность зерна влияет его химический состав. Результаты химического анализа показали, что при содержании в зерне гороха фосфора, в зависимости от агротехнологии, 1,19-1,37 % и калия – 0,94-1,09 % существенной разницы между вариантами не было (табл. 3).

Таблица 3 – Химический состав зерна гороха

Фактор		Содержание, %			
A	B	N	P	K	сырой протеин
A_1	B_1	3,82	1,19	1,09	23,87
	B_2	3,97	1,22	1,01	24,81
	B_3	3,96	1,30	1,06	24,75
A_2	B_1	3,93	1,30	0,96	24,56
	B_2	4,01	1,37	0,94	25,06
	B_3	3,98	1,30	1,04	24,87
A_3	B_1	3,85	1,25	1,08	24,06
	B_2	4,00	1,33	1,04	25,00
	B_3	3,97	1,27	1,08	24,81

Тогда как более высокое содержание в зерне азота – 4,00-4,01 % и сырого протеина – 25,00-25,06 % выявлено при возделывании гороха с применением гуминовых удобрений (факторы A_2 и A_3) и стимулятора роста Альбит (фактор B_2). При этом в зависимости от используемого гуминового удобрения белковость зерна увеличилась на 0,06-0,69 %, а стимулятора роста – на 0,31-0,94 %.

Заключение. Результаты проведенных исследований по изучению влияния гуминовых удобрений и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна гороха посевного позволяют сделать следующие выводы:

1. Использование гуминовых удобрений при возделывании гороха обеспечивало увеличению урожайности зерна на 9,4-18,2 %, а стимуляторов роста – на 3,5-11,7 % в зависимости от варианта. Максимальная урожайность получена в агротехнологии гороха с применением гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 3,41 т/га;

2. Изучаемые агротехнические приемы улучшили качество зерна гороха. Содержание сырого протеина в зерне гороха при использовании гуминовых удобрений увеличилось на 0,06-0,69 %, а стимуляторов роста – на 0,31-0,94 %.

Список литературы

1. Давлетов Ф.А. Особенности цветения и плодообразования у сортов гороха посевного / Ф.А. Давлетов, К.П. Гайнуллина, А.М. Дмитриев и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 69-74.
2. Касаткина Н.И. Продуктивность гороха посевного в условиях среднего Предуралья / Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 26-30.
3. Кузьминых А.Н., Пашкова Г.И. Урожайность и качество зерна озимой ржи в зависимости от применения стимуляторов роста / А.Н. Кузьминых, Г.И. Пашкова // Вестник Марийского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 26-29.
4. Про горох // Фонд исследования аграрного развития: [сайт]. – URL: http://www.fadr.msu.ru/rin/crops/gorox.html (дата обращения: 17.02.2026).
5. Шелепина Н.В. Народнохозяйственное значение и особенности химического состава зерна гороха / Н.В. Шелепина, А.Ю. Щуров // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2010. – № 1. – С. 537-539.

УДК 633.358

Кузьминых А.Н., Яранцев И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЧИСТУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гуминовых удобрений и стимуляторов роста на фотосинтетическую деятельность гороха посевного сорта Рокет. Выявлено, что гуминовые удобрения в зависимости от применяемых стимуляторов роста повышали фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность гороха соотвественно на 6,0-9,0 % и 1,2-8,3 %, а стимуляторы роста в зависимости от используемых гуминовых удобрений – на 2,9-9,5 % и 0,1-5,2 %. Максимальный фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность посевов обеспечивались при возделывании гороха с использованием гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – соотвественно 568,25 тыс. м²/га × сут. и 10,82 г/м² × сут.

Ключевые слова: горох посевной, гуминовые удобрения, стимуляторы роста, фотосинтез,, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Горох посевной (*лат. Pisum sativum*) является однолетней культурой из семейства бобовые. Среди бобовых культурных растений он наиболее распространён в России. На долю гороха в структуре посевов страны приходиться до 80 % урожая. В РФ в основном используют 2 вида гороха: горох посевной и горох полевой, в народе называемым «пелюшка». У гороха высокая урожайность зерна, с 1 гектара можно получать до 90-100 центнеров [3, 6]. За последние 10 лет площади гороха посевного в России выросли примерно на 80 % и составляют в настоящее время порядка 1993 тыс. га. Урожайность же составляет около 2,4 т/га. Регионами лидерами, входящими в ТОП-5 по валовому сбору гороха, являются: Ставропольский край, Ростовская область, Краснодарский край, Алтайский край и Новосибирская область [2].

Горох является важной продовольственной культурой, широко используемой для приготовления разных видов круп, муки и т.д. При этом кормовое значение гороха так же высоко, как и пищевое. За счёт получения большого количества зелёной массы его активно используют в хозяйствах для кормления всех видов животных. Зелёная масса, солома и зерно гороха обладают хорошим кормовым достоинством. Сырой протеин в зелёной массе достигает до 25 %, а в соломе – 7,5 % [4]. Велико и агротехническое значение гороха. За счет обладания совместно с клубеньковыми бактериями азотфиксирующей способностью, а также высокой усваиваемостью его корневой системой труднорастворимых минеральных соединений из почвы, горох является культурой стабилизирующей почвенное плодородие. И поэтому он относиться к числу наилучших предшественников для зерновых и пропашных культур.

В жизни растений исключительно велико значение листьев. Хорошо развитая листовая поверхность обеспечивает высокую фотосинтетическую деятельность посева и накопление наибольшего количества сухой надземной биомассы, как отдельного растения, так и в расчёте на единицу площади поля. По мнению многих исследователей, до 90-95 % сухой массы урожая создаётся благодаря фотосинтезу листьев растений. Поэтому при возделывании культур важно, чтобы листовая поверхность быстро нарастала до максимальной величины и долго удерживалась на достигнутом уровне без резкого снижения к концу вегетации. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо оптимизировать фотосинтетическую деятельность растений. И одним из методов увеличения ассимиляционной поверхности растений может стать применение в агротехнологиях культур гуминовых удобрений и стимуляторов роста [5].

Материалы и методы исследований. Нами с целью изучения влияния гуминовых удобрений и стимуляторов роста на фотосинтетическую деятельность посевов гороха посевного в 2025 году на опытном поле Марийского государственного университета в звене севооборота был заложен двухфакторный опыт по следующей схеме:

Фактор А – Гуминовые удобрения: A_1 – Вода (контроль); A_2 – Гумат +7; A_3 – Энерген Экстра;

Фактор В – Стимуляторы роста: B_1 – Вода (контроль); B_2 – Альбит; B_3 – Циркон.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая по гранулометрическому составу. Содержание в пахотном слое (0-22 см) щелочно-гидролизуемого азота составило 84 мг/кг, подвижного фосфора – 210 мг/кг и обменного калия – 102 мг/кг. Опыт был заложен по полной факториальной схеме в трехкратной повторности, при площади делянки общей 40, а учетной – 36 м^2. Технология возделывания гороха посевного усатого морфотипа сорта Рокет [1] с нормой высева семян 1,2 млн. шт./га была рекомендованной для зоны. Предшественник – яровая пшеница. Обработку посевов гороха гуминовыми удобрениями и стимуляторами роста проводили в фазу всходов. Расход препаратов составил: Гумат +7 – 0,7 кг/га; Энерген Экстра – 0,05 кг/га; Альбита – 30 мл/га; Циркона – 30 мл/га, а рабочей жидкости – 250 л/га. Наблюдения, учеты и анализы на опыте осуществляли по общепринятым методикам.

Результаты исследований показали, что применяемые в агротехнологии гороха гуминовые удобрения и стимуляторы роста влияют на площадь листовой поверхности культуры (табл. 1).

Таблица 1 – Площадь листьев гороха посевного, тыс. м²/га

Фактор		Фенологическая фаза				
А	В	всходы	стеблевание	бутонизация	цветение	бобообразование
Вода	Вода	2,29	6,89	9,84	13,78	6,38
	Альбит	2,29	7,58	10,29	14,41	7,98
	Циркон	2,29	7,08	10,01	14,02	7,19
Гумат+7	Вода	2,29	7,49	10,58	14,82	7,85
	Альбит	2,29	8,16	11,23	15,73	8,84
	Циркон	2,29	8,00	10,72	15,01	8,16
Энерген Экстра	Вода	2,29	7,04	10,35	14,49	7,90
	Альбит	2,29	8,08	11,15	15,61	8,78
	Циркон	2,29	7,97	10,67	14,94	8,22

По данным таблицы видно, что площадь листьев гороха в фазу всходов составила 2,29 тыс. м²/га, она была одинаковой на всех вариантах опыта. Эффект от внесения гуминовых удобрений и стимуляторов роста начал наблюдаться с фазы стеблевания – площадь листьев гороха заметно была выше на вариантах с применением изучаемых препаратов.

Максимальное развитие листовой поверхности на всех вариантах опыта достигалось горохом в фазу цветения, варьируя от 13,78 до 15,73 тыс. м²/га. При этом анализ выявил наибольшую эффективность комплексного применения гуминового удобрения Гумат+7 и стимулятора роста Альбит – площадь листьев составила 15,73 тыс. м²/га, что было выше абсолютного контроля на 14,1 % (1,95 тыс. м²/га). Использование стимулятора роста Альбит на фоне применения гуминового удобрения Энерген Экстра также показало высокий результат листовой поверхности – 15,61 тыс. м²/га, превысив абсолютный контроль на 13,3 %.

Переход гороха к фазе бобообразования характеризовался снижением ассимиляционной поверхности растений на 43,8-53,7 %. При этом относительно высокой оставалась площадь листьев гороха, возделываемого с применением гуминовых удобрений Гумат +7 и Энерген Экстра, и стимулятора роста Альбит – соотвественно 8,84 и 8,78 тыс. м²/га.

Таблица 2 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза гороха посевного

Фактор		Фотосинтетический потенциал, тыс. м²/га × сут.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/ м² × сут.
А	В		
Вода	Вода	485,76	9,77
	Альбит	523,21	10,11
	Циркон	500,27	10,28
Гумат+7	Вода	529,61	10,58
	Альбит	568,25	10,82
	Циркон	544,79	10,63
Энерген Экстра	Вода	515,06	10,39
	Альбит	563,89	10,50
	Циркон	543,21	10,40

Фотосинтетический потенциал (ФП) гороха посевного в зависимости от варианта составил 485,76-568,25 тыс. м²/га × сут. (табл. 2). Анализ данных таблицы демонстрирует значительное увеличение фотосинтетического потенциала посевов при использовании в агротехнологии гороха гуминовых удобрений и стимуляторов роста. Так, гуминовые удобрения в зависимости от применяемых стимуляторов роста повышали фотосинтетический потенциал гороха на 6,0-9,0 %, а стимуляторы роста в зависимости от используемых гуминовых удобрений – на 2,9-9,5 %. Максимальный фотосинтетический потенциал посевов, при этом, обеспечивался при возделывании гороха с использованием гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 568,25 тыс. м²/га × сут.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) гороха составила от 9,77 до 10,82 г/ м² × сут. в зависимости от варианта. При этом показатели чистой продуктивности фотосинтеза положительно коррелировали с данными по фотосинтетическому потенциалу культуры – гуминовые удобрения

увеличивали ЧПФ на 1,2-8,3 %, а стимуляторы роста – на 0,1-5,2 %. Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза гороха обеспечивалась при его возделывании с использованием гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 10,82 г/м² × сут.

Заключение. Результаты исследований по изучению влияния гуминовых удобрений и стимуляторов роста на фотосинтетическую деятельность посевов гороха позволяют сделать следующие выводы:

1. Площадь листьев гороха зависела от фенологической фазы и применяемых в агротехнологии гуминовых удобрений и стимуляторов роста. Максимальную листовую поверхность горох формировал в фазу цветения. При этом более высокой она была при использовании гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятором роста Альбит – 15,73 тыс. м²/га, что было на 14,1 % выше абсолютного контроля;

2. Гуминовые удобрения в зависимости от применяемых стимуляторов роста повышали фотосинтетический потенциал гороха на 6,0-9,0 %, а стимуляторы роста в зависимости от используемых гуминовых удобрений – на 2,9-9,5 %. Максимальный фотосинтетический потенциал посевов обеспечивался при возделывании гороха с использованием гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 568,25 тыс. м²/га × сут.

3. Чистая продуктивность фотосинтеза гороха при применении гуминовых удобрений увеличивалась на 1,2-8,3 %, а стимуляторов роста – на 0,1-5,2 %. Более высокой она была в агротехнологии гороха с использованием гуминового удобрения Гумат +7 и стимулятора роста Альбит – 10,82 г/м² × сут.

Список литературы

1. АПК «КОЛОС». Горох посевной сорт «Рокет» Элита [Электронный ресурс] // АПК «КОЛОС»: сайт. – 2019. – URL: https://www.apk-kolos.ru/goroh-posevnoi/c829.html (дата обращения: 20.02.2026).
2. Зерновые бобовые культуры / И.Н. Романова, С.Н. Глушаков, А.А. Башмаков и др. – Смоленск: ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия», 2016. – 116 с.
3. Значение, распространение и биологические особенности гороха // Агромир: [сайт]. – URL: https:// https://bstudy.net/967701/agro/znachenie_rasprostranenie_biologicheskie_osobennosti_goroha (дата обращения: 18.02.2026).
4. Кормовое значение гороха // Агропромышленный портал России: [сайт]. – URL: https:// https://agro-portal24.ru/agronomiya/198-goroh-narodnohozyaystvennoe-znachenie.html (дата обращения: 18.02.2026).
5. Митрофанов С.В. Эффективность использования микроудобрений и гуминовых препаратов при обработке посевов гороха посевного / С.В. Митрофанов, Н.Н. Новиков, В.С. Никитин и др. // Агрохимия. – 2022. – № 5. – С. 45-50.
6. Шурхаева К.Д. Источники селекционно-ценных признаков гороха посевного (*Pisum sativum L.*) для использования в селекции на повышение продуктивности и содержание белка в семенах / К.Д. Шурхаева, А.Н. Фадеева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 59-66.

УДК: 633.16

Кузьминых А.Н., Антонова Е.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье дается анализ посевных площадей и урожайности ярового ячменя в Российской Федерации и Республике Марий Эл за период 2021-2025 гг. Регионами лидерами по посевным площадям ярового ячменя в РФ являются Приволжский, Центральный и Сибирский Федеральные округа, а по урожайности – Центральный и Северо-Западный. Посевные площади ярового ячменя в Республике Марий Эл в среднем составляют 36,8 тыс. га, а урожайность – 2,47 т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, посевные площади, урожайность.

Сельское хозяйство – это одно из важнейших направлений экономики нашей страны, которое обеспечивает население продовольствием. Наиболее распространенной его отраслью является растениеводство, специализирующееся на выращивании культурных растений. Отрасли растениеводства делятся по типу выращиваемых культур. Каждая отрасль имеет свое значение и распространение. К отраслям растениеводства относятся: полеводство (выращивание зерновых, масличных, прядильных, технических и кормовых культур), овощеводство (выращивание бахчевых, овощных культур), садоводство (выращивание плодовых и ягодных культур), цветоводство и лесоводство [2].

Основной отраслью растениеводства России, а также Республики Марий Эл является полеводство, где в большей степени возделывают зерновые культуры. Зерно является главным источником питания всего населения. На продовольственные цели используют зерна таких культур, как пшеница, ячмень овес, гречиха, кукуруза, рожь и рис – основными продуктами их переработки являются мука и крупа. Велико и кормовое значение зерновых культур – в качестве концентрированного корма сельскохозяйственным животным применяют зерно, а солому как грубый корм.

Яровой ячмень *(Hordeum vulgare L.*) является одной из важнейших зерновых культур в Российской Федерации. Основными областями применения ярового ячменя являются: кормопроизводство, пивоваренная и пищевая промышленность [1]. Его пластичность к различным почвенно-климатическим условиям, короткий вегетационный период и относительная засухоустойчивость делают данную культуру незаменимым элементом севооборота во многих регионах страны. В условиях глобальных климатических изменений и растущего спроса на продовольствие, анализ динамики посевных площадей и урожайности ярового ячменя приобретает особую актуальность.

Яровой ячмень в Российской Федерации возделывается широко. По данным Росстата за 2021-2025 гг. лидирующими по посевным площадям ярового ячменя федеральными округами являются: Приволжский, Центральный и Сибирский – в среднем соответственно 2722,0; 1509,3 и 1196,8 тыс. га (табл. 1) [3].

Таблица 1 – Посевные площади ярового ячменя по федеральным округам РФ, тыс. га*

Федеральные округа	Годы					В среднем
	2021	2022	2023	2024	2025	
Центральный	1700,7	1528,4	1761,2	1309,3	1246,2	1509,2
Северо-Западный	103,4	102,0	105,0	92,2	84,0	97,3
Южный	693,8	511,7	501,0	460,2	394,4	512,2
Северо-Кавказский	102,3	86,5	92,4	81,5	75,3	87,6
Приволжский	2889,8	3006,4	2910,5	2442,5	2360,6	2722,0
Уральский	709,0	739,5	676,8	662,2	602,4	678,0
Сибирский	1154,5	1276,6	1159,9	1223,5	1169,4	1196,8
Дальневосточный	64,0	65,2	71,8	71,6	72,6	69,0
Всего	7417,5	7316,3	7278,6	6343,0	6304,3	

** по данным сайта www. rosstat.gov.ru*

Однако за данный период времени прироста посевных площадей ярового ячменя в стране не наблюдается, а только уменьшение. Так, например, если в 2021 году площади посева ярового ячменя в РФ составили 7417,5 тыс. га, то к 2025 году они уменьшились на 15,1 % и составили 6304,3 тыс. га. При этом наибольшее снижение площадей ярового ячменя отмечалось в Приволжском ФО (на 529,2 тыс. га), в Центральном ФО (на 454,5 тыс. га) и в Южном ФО (на 181,6 тыс. га). Некоторое уменьшение объемов возделывания ярового ячменя наблюдается также в Северо-Кавказском, Северо-Западном и Уральском ФО. В то же время некоторое увеличение посевных площадей наблюдается в Сибирском и Дальневосточном ФО – соответственно на 1,2 и 13,4 %.

В таблице 2 представлены данные о посевных площадях ярового ячменя в Приволжском федеральном округе за период с 2021 по 2025 годы.

Таблица 2 – Посевные площади ярового ячменя в Приволжском Федеральном округе, тыс. га*

Регионы ПФО	Годы					В среднем
	2021	2022	2023	2024	2025	
Республика Башкортостан	420,0	477,1	428,7	360,4	339,3	405,1
Республика Марий Эл	35,5	36,5	40,3	34,3	37,2	36,8
Республика Мордовия	146,8	130,2	140,6	124,0	112,3	130,8
Республика Татарстан	472,6	449,7	406,8	343,8	318,6	398,3
Республика Удмуртия	120,6	131,0	127,3	117,6	126,3	124,6
Республика Чувашия	94,0	95,2	91,7	77,7	89,6	89,6
Пермский край	65,3	64,3	62,0	68,8	58,4	63,8
Кировская область	102,7	108,5	113,1	107,5	112,8	108,9
Нижегородская область	137,7	150,4	149,6	124,2	117,2	135,8
Оренбургская область	471,5	526,4	518,0	400,6	407,1	464,7
Пензенская область	123,8	122,6	131,7	113,1	112,4	120,7
Самарская область	268,3	291,2	260,7	222,5	203,9	249,3

Саратовская область	277,4	267,4	263,9	215,0	204,1	245,5
Ульяновская область	153,6	155,9	156,9	137,1	121,5	145,0

** по данным сайта www. rosstat.gov.ru*

В Приволжском Федеральном округе больше всего ярового ячменя возделывают в Оренбургской области, Республике Башкортостан и Республике Татарстан – посевные площади в среднем за последние пять лет составили соответственно 464,7; 405,1 и 398,3 тыс. га. При этом в большинстве регионов ПФО, как и в целом по стране, наблюдается устойчивая тенденция снижения посевных площадей ярового ячменя. Но есть и небольшие увеличения объемов возделывания ячменя в таких регионах, как в Кировской области, Республике Марий Эл и Республике Удмуртия – соответственно на 9,8; 4,7 и 4,7 %.

Посевные площади ярового ячменя в Республике Марий Эл за последние пять лет составляли от 34,3 до 37,2 тыс. га. Несмотря на некоторые уменьшения посевов в 2024 году, общая тенденция показывает рост посевных площадей ярового ячменя в регионе. В среднем за анализируемый период она составила 36,8 тыс. га.

Урожайность ярового ячменя в РФ в зависимости от Федерального округа в среднем за 2021-2025 годы составила от 1,98 до 3,38 т/га (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность ярового ячменя по федеральным округам в РФ, т/га

Федеральные округа	Годы					Средняя
	2021	2022	2023	2024	2025**	
Центральный	3,29	3,88	4,13	3,38	4,55	3,85
Северо-Западный	2,00	2,83	3,12	2,72	4,49	3,03
Южный	2,19	2,43	2,60	1,76	2,90	2,37
Северо-Кавказский	2,43	2,27	2,80	2,41	4,12	2,80
Приволжский	1,52	2,84	2,27	2,18	2,86	2,33
Уральский	1,31	2,34	1,92	1,96	2,39	1,98
Сибирский	2,25	2,55	1,90	2,21	3,13	2,41
Дальневосточный	2,08	2,01	2,48	2,44	2,18	2,24
В среднем	2,13	2,64	2,65	2,38	3,32	

** по данным сайта www. rosstat.gov.ru*

*** по данным сайта https://ценазерна.рф*

При этом более высокую урожайность ячменя, как по годам за последние пять лет, так и в среднем за данный период, получали в Центральном и Северо-Западном Федеральных округах – в среднем она составила соответственно 3,85 и 3,03 т/га. Уральский же Федеральный округ охарактеризовался самой низкой урожайностью зерна ярового ячменя – 1,98 т/га в среднем за 2021-2025 гг. В анализируемом периоде более рекордным по урожайности был 2025 год, когда Федеральные округа получили ячмень с продуктивностью от 2,18 до 4,55 т/га, а средняя по округам урожайность составила 3,32 т/га. В зависимости от региона урожайность ярового ячменя в Приволжском Федеральном округе в среднем за 2021-2024 гг. составила от 1,67 до 3,25 т/га (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность ярового ячменя в Приволожском ФО, т/га

Регионы ПФО	Годы				Средняя
	2021	2022	2023	2024	
Республика Башкортостан	1,44	3,24	2,07	2,23	2,25
Республика Марий Эл	1,57	3,15	2,77	2,39	2,47
Республика Мордовия	2,00	3,33	3,70	2,68	2,93
Республика Татарстан	1,55	3,72	2,50	3,00	2,69
Республика Удмуртия	1,63	2,63	2,04	2,53	2,21
Республика Чувашия	1,83	3,39	3,23	2,84	2,82
Пермский край	1,33	2,20	1,81	2,04	1,85
Кировская область	1,84	2,79	2,61	2,27	2,38
Нижегородская область	2,03	2,95	3,22	2,47	2,67
Оренбургская область	0,60	1,78	1,20	1,23	1,20
Пензенская область	2,68	3,45	3,94	2,94	3,25
Самарская область	1,43	2,56	2,01	1,61	1,90
Саратовская область	1,33	2,11	1,82	1,41	1,67
Ульяновская область	1,76	3,45	2,69	2,60	2,63

** по данным сайта www. rosstat.gov.ru*

Регионами лидерами по урожайности ярового ячменя за данный период были Пензенская область – 3,25 т/га, Республика Мордовия – 2,93 т/га и Республика Чувашия – 2,82 т/га. А самую низкую урожайность ячменя получали в Оренбургской области – всего 1,20 т/га.

В Республике Марий Эл урожайность ярового ячменя в период 2021-2024 гг. составляла от 1,57 т/га в 2021 году до 3,15 т/га в 2022 году, при средней – 2,47 т/га. Следует отметить, что урожайность ярового ячменя в Республике Марий Эл близка к средней по Приволжскому Федеральному округу.

Таким образом, несмотря на то, что в последние годы наблюдается некоторое снижение посевных площадей ярового ячменя в РФ, данная культура была и остается одной из ведущих зернового хозяйства, как страны, так и субъектов ее Федерации, в том числе и Республики Марий Эл. Невысокая урожайность ярового ячменя в Республике Марий Эл может быть обусловлена рядом причин, включая менее благоприятные почвенные и климатическими условия для выращивания данной культуры и особенности его агротехники. Поэтому, в отличие регионов, где урожайность ячменя стабильно высокая, возникает необходимость совершенствования агротехнологии данной культуры.

Список литературы

1. Беляков И.И. Ячмень в интенсивном земледелии / И.И. Беляков. – М.: Росагропромиздат,, 1990. – 174 с.;
2. Казарова И.Г. Растениеводство как ведущая отрасль агропромышленного комплекса России / И.Г. Казарова // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – Т. 3 – № 4 (21). – С. 232-234;
3. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс]. – М.: Росстат, 2025. – URL: rosstat.gov.ru (дата обращения: 15.02.2026).

УДК 633.161

Кузьминых А.Н., Антонова Е.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ИСТОРИЯ МНОГОРЯДНОГО ЯЧМЕНЯ

Аннотация. В данной статье дается описание народно-хозяйственного значения и история введения в культуру многорядного ячменя.

Ключевые слова: ячмень, многорядный ячмень, народно-хозяйственное значение, история.

Ячмень (*Hordeum*) является важной зернофуражной и продовольственной культурой агропромышленного комплекса Российской Федерации, занимающая одно из первых мест среди зерновых по валовым сборам и посевным площадям. Для Республики Марий Эл – ячмень основная и незаменимая зернофуражная культура.

Ячмень представляет собой ценную сельскохозяйственную культуру. В его зерне содержится 85-88 % сухого вещества, 12-15 % воды, 53-59 % крахмала, 9-14 % белка, 2,5-4,2 % жира, 1,5-2,5 % золы и 3-5 % клетчатки [1].

Данная культура имеет много хозяйственных применений. Зерно ячменя широко используют в производстве продуктов питания. Его применяют для приготовления крупяных изделий таких, как перловая и ячневая крупа, используется в хлебобулочной отрасли для производства хлеба и выпечки.

Ячмень служит важным сырьем для производства солода в пивоваренной промышленности. При этом для производства пива большое значение имеют сорта ячменя с высоким содержанием в зерне крахмала и безазотистых экстрактивных веществ (у лучших пивоваренных сортов его количество достигает до 70-82 %), и низким – белка, так как повышенное содержание белка снижает его пивоваренные качества.

Велико и кормовое значение ячменя, так как содержит в зерне больше количество углеводов, белков и витаминов. Зерно ячменя можно использовать как самостоятельный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных, так и в составе комбикормов. Широко используются на корм и ячменная солома, которая по питательности не уступает пшеничной.

Помимо продовольственных и кормовых целей, ячмень применяют для получения крахмала, патоки и спирта. Вытяжки из ячменного солода часто используют для производства биологически активных добавок и фармацевтических препаратов.

Род *Hordeum L.* насчитывает много видов, среди которых много дикорастущих. При этом все

культурные растения ячменя относятся к одному виду – *H. sativum* (ячмень посевной). По количеству плодоносящих колосков на уступе колосового стержня вид *H. sati*vum делится на три подвида: *H.s. vulgare* – многорядный ячмень, *H.s. distichom* – двурядный ячмень, *H.s. intermedium* – промежуточный ячмень.

Подвид ячменя *Hordeum vulgare* отличается наличием трёх плодоносных колосков на каждой секции колосового стержня, формирующих полноценные зёрна. Многорядный ячмень делится на два типа: правильные шестирядные, имеющие плотный компактный колос, похожий на правильный шестиугольник в поперечнике и неправильные шестирядные, у которых менее плотный колос, рядность колосков нарушена, форма в поперечнике четырёхугольная. Многорядный ячмень обладает пленчатостью около 10-13 %, причём боковые зёрна часто мельче центральных и слегка искривлены [9].

У ячменя подвида *Hordeum distichom* плодоносящим на колосковом стержне является лишь центральный колосок, тогда как боковые колоски остаются бесплодными. Это формирует чётко выраженную двухрядную структуру колоса. Ячмень двурядный включает яровые и озимые формы, встречаются безостые, или фуркатные, колосья (ость представляет собой трехрогий придаток в виде лопасти). Однако в культуре преобладают исключительно представители первой группы. Двурядный ячмень характеризуется плёнчатостью примерно 9-11 % [9].

Подвид ячменя *Hordeum intermedium* может формировать от одного до трёх полноценных зерён на сегменте колосового стержня. Однако в нашей стране возделывание этого подвида почти не встречается, доминируют преимущественно многорядные и двурядные формы ячменя [9].

История происхождения ячменя очень интересная и достойная особого внимания. Ячмень возделывают издревле. Его считают одним из основоположников сельского хозяйства Старого Света. Исследования показывают, что ячмень был одним из первых культурных растений, появившихся в земледелии. Введение его в культуру можно отнести к периоду примерно от 10500 до 10100 лет до нашей эры.

При этом, если говорить о растительных остатках, найденных на территории Юго-Западной Азии в период раннего неолита, то наиболее часто археологи кроме свидетельства выращивания пшеницы-однозернянки (*Triticum monococcum subsp. Monococcum*) и пшеницы-двузернянки (*T. turgidum subsp. Dicoccum*) обнаруживают и ячменя (*Hordeum vulgare*). При этом последние две культуры имели более широкую территорию распространения [11].

Ячмень двурядный происходит из Передней Азии. Основные регионы возделывания: Европа, Передняя и Средняя Азия.

Ячмень многорядный вошел в культуру на 2 тыс. лет позже, когда зародилось земледелие в Месопотамии и Египте. Он происходит из Восточной Азии. Существует несколько теорий происхождения многорядного ячменя. Одна версия утверждает, что этот подвид произошел от дикого вида с хрупкими остями – *Hordeum agriocriton*, обнаруженного в западных регионах Китая в первой половине XX века. Согласно другому мнению, развитие многорядного ячменя шло прямо от вида *H. spontaneum* к современному культурному виду *H. vulgare* [10].

Наши известные ученые А.Я. Трофимовская, М.В. Лукьянова и др., обобщив мировую научную литературу, а также на основании собственных многолетних исследований пришли к выводу, что первичной формой в эволюции культурного ячменя послужил все-таки дикорастущий двурядный ячмень, наиболее приспособленный к суровым условиям дикого обитания. Генетическими экспериментами доказано, что шестирядные ячмени могли возникнуть как мутация единственного гена, причем эта мутация является моногенетически рецессивной. Что также подтверждает вторичное происхождение шестирядного ячменя.

Посевы многорядного ячменя распространены в Западной Европе, Северной Америке (США, Канада), Центральной Америке, Азии (Китай, Индия, страны Малой Азии). Многорядные ячмени обычно более скороспелы и засухоустойчивы, чем двурядные, поэтому в России их возделывают от Крайнего Севера до Юга и Юго-Востока.

Однако в настоящее время многорядный ячмень в РФ менее распространен у производственников, чем двурядный, хотя отличается большей устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и быстрому созреванию [9]. Благодаря своей неприхотливости и способности расти даже на бедных и малоплодородных почвах, многорядный ячмень способен давать хорошие урожаи. В последнее время появились новые высокоурожайные сорта многорядного ячменя. Однако технологии его возделывания в условиях каждого региона требует уточнения. Изучение вопросов повышения продуктивности многорядного ячменя является одним из элементов решения проблемы более широкого его возделывания [2].

Биологические особенности многорядного ячменя включает в себя ряд характеристик, которые определяют его агротехнические свойства и требования к условиям возделывания. Многорядный ячмень предпочитает плодородные легкие суглинки и супеси с хорошим дренажом и с высоким содержанием гумуса. Важно, чтобы почва обладала хорошей влагоемкостью и воздухопроницаемостью. Малопригодны для возделывания ячменя сухие, кислые песчаные и торфянистые почвы. Растение хорошо растет на слабокислых и нейтральных почвах с pH около 6,0-

7,5 [8].

Многорядному ячменю необходим высокий уровень обеспеченности почвы азотом, фосфором и калием. Азотные удобрения особенно важны для формирования урожая, тогда как калий улучшает устойчивость растений к болезням и неблагоприятным погодным условиям [3, 4].

Данная культура является светолюбивым, растением длинного светового дня, требующим продолжительного солнечного освещения. Недостаток света зачастую замедляет процесс фотосинтеза и затем снижает качество урожая зерна многорядного ячменя [6].

Многорядный ячмень относится к холодостойким культурам. Семена его могут прорастать при температуре почвы 1-2 °С. Оптимальная температура для роста и развития растения составляет +18…+22 °С. Сумма активных температур для полного цикла развития скороспелых его сортов варьируется от 1000 до 1500 °С [5].

Ячмень засухоустойчивая культура, но весеннюю засуху переносит хуже из-за слабого развития корневой системы. Для нормального роста и плодоношения необходимы достаточные осадки, преимущественно в период цветения и созревания зерна. Недостаточная увлажненность отрицательно сказывается на урожайности [7].

Для успешного возделывания многорядного ячменя необходимы плодородные почвы с оптимальным уровнем кислотности (pH) и достаточным количеством влаги, благоприятные температурные условия и достаточное количество света. Эти биологические особенности определяют его высокую приспособленность к различным агроклиматическим зонам и делают его одной из важнейших сельскохозяйственных культур в России и многих других странах мира.

Список литературы

1. Блохин В.И. Справочник технологии возделывания ячменя / В.И. Блохин, И.С. Ганиева, М.А. Ланочкина. – Казань: Академия наук РТ, 2020. – 64 с.;
2. Войтович Н.В. Технология возделывания яровых зерновых культур в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации / Н.В. Войтович, Н.А. Полев, В.Ф. Кирдин. – М.: ФГНУ «Росинформагротек», 2001. – 54 с.;
3. Воронин К.Е. Система удобрений и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур / К.Е. Воронин, Е.И. Тарасов // Вестник РАСХН. – 2007. – № 3. – 41 с.;
4. Дериглазова Г.М. Урожайность и качество зерна ячменя в зависимости от типа севооборота и внесения удобрений / Г.М. Дериглазова, Е.П. Проценко // Достижения науки и техники АПК.– 2005. – № 10. – С. 38.;
5. Захаренко А.В. Экологические основы адаптивного земледелия / А.В. Захаренко, Ю.Ф. Гурьев. – М.: Колос, 2009. – 204 с.;
6. Иванов А.Б. Свет и растение / А.Б. Иванов, Д.Г. Кириллов // Наука и жизнь. – 2006. – № 6. – 108 с.;
7. Сахибгареев А.А. Ячмень яровой. Современные технологии возделывания в Республике Башкортостан (методические рекомендации) / А.А. Сахибгареев, Р.Л. Акчурин и др. – Уфа: Мир печати, 2016. – 64 с.;
8. Черкасов Г.Н. Технология возделывания зерновых культур / Г.Н. Черкасов, Н.С. Сидорова. – М.: Издательство МСХА, 2005. – 346 с.;
9. Ячмень-Агроритм [Электронный ресурс]. – URL: https://agroritm.by/agronomiya/yachmen/ (дата обращения 08.02.2026);
10. Bonchev G. On the diversity and origin of the barley complex agriocrithon inferred by iPBS 198 transposon markers / G. Bonchev, R. Dušinský, P. Hauptvogel et al. // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2019. – Vol. 66 (7). – pp. 1573-1586;
11. Zohary D. Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plantsin SouthWest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin / D. Zohary, M. Hopf., E. Weiss. – Oxford: Oxford University Press, 2012. – pp. 1-8.

УДК 633.1

Кузьминых А.Н., Горохов Д.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Возделывание смешанных посевов озимых культур способствовало получению более высокой урожайности зерна – 3,25-3,70 т/га, при этом максимальной она была у ржано-тритикалевой смеси. Урожайность одновидовых посевов озимых культур была на 1,9-18,7 % ниже. Среди них более высокую продуктивность обеспечила озимая рожь – 3,19 т/га. Выращивание озимой пшеницы и пшенично-тритикалевой смеси позволило получить зерно с более высоким содержанием сырого протеина – 14,42 и 14,13 %.

Ключевые слова: агроценоз, одновидовые посевы, смешанные посевы, озимая рожь, озимая пшеница, озимая тритикале, урожайность.

В настоящее время основной тенденцией развития зернового хозяйства является увеличения производства зерна – повышение урожайности за счет внедрения новых культур и сортов, более полного использования их потенциальных возможностей и совершенствования технологии возделывания. Важную роль в решении проблемы обеспечения животноводства кормами играют зерновые культуры [3].

В условиях недостатка материально-технических ресурсов необходимо внедрение интегрированных систем интенсивного кормопроизводства, обеспечивающие энергетическую и химическую полноценность кормов, экологическую чистоту продукции, экономическую эффективность технологий возделывания. При учете данных параметров возникает необходимость в более полном использовании биологического потенциала культур, который в достаточной мере реализуется в составе смешанных посевов [1].

Озимые злаки являются традиционно возделываемыми зерновыми культурами в России. Их посевные площади в хозяйствах всех категорий в стране в настоящее время составляют порядка 11-17 млн. га, а урожайность – 32,0-35,0 ц/га. В Республике Марий Эл возделывают в основном озимую пшеницу и озимую рожь, а выращивание озимой тритикале ведется лишь в отдельных хозяйствах на небольших площадях, или в отдельные годы вообще не возделывается. Посевные площади озимых культур в Марий Эл составляют 35,0-40,0 тыс. га, урожайность – 20,0-25,0 ц/га [2].

Одним из перспективных направлений, позволяющим стабилизировать кормопроизводство, является переход от возделывания культур в чистом виде к многокомпонентным межвидовым и сортовым смесям, позволяющим более полно использовать почвенные и климатические условия региона [2].

Материал и методы исследований. Нами с целью установления продуктивности одновидовых и смешанных посевов озимых культур в 2024-2025 гг. на опытном поле Марийского государственного университета был заложен опыт по следующей схеме:

1. Рожь (Р)
2. Пшеница (П)
3. Тритикале (Т)
4. Рожь + пшеница + тритикале (РПТ)
5. Рожь + пшеница (РП)
6. Рожь + тритикале (РТ)
7. Пшеница + тритикале (ПТ)

Почва опытного участка, на которой закладывался опыт, была дерново-подзолистой среднесуглинистой по гранулометрическому составу. При этом содержание щелочно-гидролизуемого азота в пахотном слое почвы (0-22 см) составило 81 (по Корнфилду), подвижного фосфора – 191 и обменного калия – 138 мг/кг (по Кирсанову в модификации ЦИНАО), pH – 6,1 ед. Полевой опыт закладывался в трехкратной повторности; площадь делянки общей составила 80 м^2, а учетной – 72 м^2. Озимые культуры и их смеси возделывали по общепринятым для зоны технологиям. Норма высева озимой ржи, озимой пшеницы и озимой тритикале в одновидовых посевах составила по 6,0 млн. шт./га, а в сложных двухкомпонентных – по 3,0 млн. шт./га, трехкомпонентных – по 2,0 млн. шт./га. Предшественником был сидеральный пар. Использованы сорта: рожь озимая – Татьяна, пшеница озимая – Московская 56, тритикале озимая – Алмаз. Наблюдения, учеты и анализы проводили по соответствующим общепринятым методикам.

Результаты исследований. Для оценки народно-хозяйственного значения, характеристика урожайности культуры является одной из главных ее показателей. Исследования показали, что урожайность зерна озимых агроценозов в зависимости от варианта составила от 3,01 до 3,70 т/га (табл. 1)

Таблица 1 – Урожайность озимых агроценозов, т/га

Вариант	Всего	В том числе		
		рожь	пшеница	тритикале
Рожь	3,19	3,19	-	-
Пшеница	3,01	-	3,01	-
Тритикале	3,10	-	-	3,10
Рожь/пшеница/тритикале	3,46	1,31	1,04	1,11
Рожь/пшеница	3,57	2,03	1,54	-
Рожь/тритикале	3,70	1,99	-	1,71
Пшеница/тритикале	3,25	-	1,60	1,65
$НСР_{05}$	0,09			

Более высокой, при этом, была урожайность зерна смешанных посевов озимых культур, чем одновидовые их посевы. Максимальную же урожайность обеспечивала двухкомпонентная смесь озимой ржи и озимой тритикале – 3,70 т/га. Несколько меньшей была урожайность зерна смеси

озимой ржи и озимой пшеницы, а также трехкомпонентной смеси озимой ржи, озимой пшеницы и озимой тритикале – соответственно 3,57 и 3,46 т/га.

Урожайность же одновидовых посевов озимых культур была на 1,9-18,7 % ниже. Среди одновидовых посевов более высокой была урожайность зерна озимой ржи – 3,19 т/га, несколько меньшей у озимой тритикале – 3,10 т/га. А урожайность озимой пшеницы составила 3,01 т/га.

Анализ элементов структуры урожая дает наиболее полное и четкое представление о формировании продуктивности культур, и объясняет получение того или иного его уровня. Нами был проведен анализ структуры урожая озимых агроценозов (табл. 2).

Таблица 2 – Структура урожая озимых агроценозов

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2			Продуктивная кустистость			Количество зерен в колосе, шт.			Масса 1000 зерен, г		
	Р	П	Т	Р	П	Т	Р	П	Т	Р	П	Т
Р	234,2	-	-	3,4	-	-	45,6	-	-	37,3	-	-
П	-	197,8	-	-	3,2	-	-	43,8	-	-	43,5	-
Т	-	-	228,9	-	-	3,6	-	-	38,3	-	-	44,3
РПТ	101,2	69,1	81,2	3,4	3,1	3,5	44,0	43,5	38,9	36,8	43,4	43,8
РП	153,0	103,2	-	3,5	3,2	-	45,3	44,0	-	36,8	42,3	-
РТ	143,1	-	128,3	3,4	-	3,6	46,8	-	37,4	37,2	-	44,5
ПТ	-	105,8	121,8	-	3,2	3,5	-	43,1	38,6	-	43,9	44,0

При проведении нами анализа структуры урожая, выявлено, что одним из основных элементов высокой урожайности озимых агроценозов было количество продуктивных стеблей на единице посевной площади. Так, в ржано-тритикалевой и ржано-пшеничной смесях их количество было наибольшим – соответственно 271,4 и 256,2 шт./м^2. По количеству зерен в колосе лучшими показателями обладали озимая рожь и озимая пшеница. Как в одновидовом варианте, так и в смесях оно составило от 43,1 до 46,8 шт. Однако масса 1000 зерен была в среднем более высокой у озимой тритикале – 44,15 г. У озимой пшеницы данный показатель был несколько ниже, в среднем 43,28 г. И самой низкой была масса 1000 зерен у озимой ржи – в среднем 37,02 г.

Химический состав зерна всегда влияет на питательную и кормовую ценность, технологические его свойства и т.д. Нами был проведен химический анализ зерна озимых агроценозов (табл. 3).

Таблица 3 – Химический состав зерна озимых агроценозов

Вариант	Содержание, %			
	азот	фосфор	калий	сырой протеин
Рожь	2,36	0,88	0,56	13,49
Пшеница	2,53	0,82	0,54	14,42
Тритикале	2,46	0,83	0,54	14,02
Рожь/пшеница/тритикале	2,46	0,84	0,56	14,02
Рожь/пшеница	2,45	0,84	0,55	13,97
Рожь/тритикале	2,41	0,82	0,58	13,73
Пшеница/тритикале	2,48	0,83	0,54	14,13

Результаты химического анализа зерна показали, что содержание азота в зависимости от варианта составило 2,36-2,53 %, фосфора – 0,82-0,88 % и калия – 0,54-0,58 %. При этом, следует отметить, что более высокое содержание азота было в зерне озимой пшеницы и пшенично-тритикалевой смеси – соответственно 2,53 и 2,48 %, Относительно высокое содержание фосфора в зерне выявлено в одновидовом агроценозе озимой ржи – 0,88 %. Содержание же калия было почти одинаковым во всех вариантах опыта – и оно составило от 0,54 до 0,58 %. Количество сырого протеина в зерне озимых культур в зависимости от вида агроценоза составило от 13,49 до 14,42 %. При этом более высокое его содержание было в зерне озимой пшеницы и пшенично-тритикалевой смеси, а именно – 14,42 и 14,13 %.

Заключение. Результаты проведенных исследований по сравнительной оценке продуктивности одновидовых и смешенных посевов озимых культур позволили сделать следующие выводы:

1. Более высокая урожайность зерна обеспечивалась при возделывании смешанных посевов озимых культур – 3,25-3,70 т/га. При этом максимальной она была у ржано-тритикалевой смеси – 3,70 т/га;

2. Продуктивность одновидовых посевов озимых культур была на 1,9-18,7 % ниже. Более высокую урожайность обеспечивала озимая рожь – 3,19 т/га;

3. Возделывание озимой пшеницы и пшенично-тритикалевой смеси позволило получить зерно с более высоким содержанием сырого протеина – соответственно 14,42 и 14,13 %.

Список литературы

1. Алёшин М.А. Отзывчивость озимой тритикале на дозы азотной подкормки при возделывании на зерно и зерносенаж в смешанных посевах с озимой викой / М.А. Алёшин, Д.В. Алёшина, М.Г. Субботина и др. // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта / Куб. гос. Ун-т. – Краснодар, 2016. – С. 244-249;
2. Кузьминых А.Н. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов озимых культур / А.Н. Кузьминых, Д.С. Горохов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2025. – Выпуск XXVII. – С. 75-78;
3. Майсак Г.П. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов озимых зерновых культур в зависимости от азотного режима дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы / Г.П. Майсак, Л.А. Михайлова, М.А. Алёшин // Пермский аграрный вестник, 2014. – № 3. – С. 23-29.

УДК 631.417

Сидибе А.Ф.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТА НА СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМОГО АЗОТА В ПОЧВАХ

Аннотация. Изучено влияние ультрафиолета на содержание легкогидролизуемого азота в основных типах почв Российской Федерации. Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота было в типичном и выщелоченном черноземе. Значительно меньше его содержалось в дерново-подзолистой и серой лесной почвах. Облучение изучаемых почв ультрафиолетом приводило к повышению концентрации легкогидролизуемого азота. В дерново-подзолистой почве оно возросло на 7,0 мг/кг или на 8,1 %. В серой лесной почве повышение концентрации азота составило 8,4 мг/кг или 10,4 %. В черноземных почвах эффект был аналогичным. В выщелоченном черноземе содержание легкогидролизуемого азота возросло на 6,3 мг/кг или 5,7 %, а в типичном черноземе на 8,2 мг/кг или 4,7 %.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, серая лесная почва, выщелоченный чернозем, типичный чернозем, ультрафиолет, легкогидролизуемый азот.

Азотное питание растений является важнейшим фактором формирования высокого и качественного урожая сельскохозяйственных культур [5]. Образование и накопление азота зависит от типа почв, климатических условий, вида севооборота, применяемой агротехники. Запасы общего азота в почве, по И. В. Тюрину, определяют ее потенциальное плодородие, а запасы доступных его форм — эффективное плодородие [10]. Изучение фракционного состава азота почв позволяет установить запасы доступных форм азота в почве и ближайшие резервы их пополнения, поскольку основным источником азота для растений является почва. Известно, что меньше всего азота содержится в дерново-подзолистых почвах. Азот в данном типе почв содержится преимущественно в форме негидролизуемых и трудногидролизуемых органических соединений. К этим соединениям, прежде всего, относятся собственно гумусовые соединения, содержащие азот как в ароматическом ядре, где он чрезвычайно прочно связан, так и в периферийных цепях, в которых большую роль играют аминокислоты, азот которых хотя и относительно мобилен, но составляет небольшую часть почвенного гумуса. Менее всего подвергается минерализации азот ароматического ядра гуминовой кислоты. Легкогидролизуемые соединения, составляющие около 15 % от общего содержания органического азота в почве, в результате происходящих в почве микробиологических процессов, в первую очередь минерализуются, превращаясь в водорастворимые формы [6]. Содержание водорастворимых (нитратных и аммонийных) форм азота в почве непостоянно и зависит не только от морфологических ее свойств, но и от происходящих в ней микробиологических и физико-химических процессов, играющих главную роль в непрерывной трансформации азота в почве. На величину минерализации органического вещества почвы оказывает влияние продолжительность минерализации, температура и влагообеспеченность, внесение органических и минеральных удобрений, способы обработки почвы, применение ингибиторов нитрификации и многие другие факторы.

В исследованиях С. И. Новоселова и других авторов установлено, что «в процессе сельскохозяйственного использования при применении органических и минеральных удобрений, извести, механического воздействия машинами и механизмами происходит изменение азотного фонда и азотного режима почв [3;4]. В многолетних опытах с удобрениями установлены особенности изменения форм азота в почвах Сибири. Так выявлено, что длительное применение навоза увеличивало содержание общего азота, легкогидролизуемой и трудногидролизуемой фракций. Солома снижала количество минерального азота, но увеличивала содержание всех фракций органического азота. Минеральные удобрения, напротив, не всегда повышали содержание органических форм азота в почве. В некоторых опытах они снижали количества трудногидролизуемых соединений азота [1]. Применение азотных удобрений положительно влияло на дополнительную мобилизацию почвенного азота.

Для повышения содержания азота необходимо внесение минеральных и органических удобрений, введение в севооборот многолетних бобовых трав, посев сидератов и промежуточных культур. Органические удобрения являются одним из основных источников минерального азота в почве. Исследованиями, проведенными В. К. Михновским было установлено, что «на дерново-подзолистых почвах содержание полей под чистым паром сопряжено с большими непроизводительными потерями азота и углерода почвы и удобрений. При возделывании озимой пшеницы как монокультуры с внесением навоза и минеральных удобрений баланс азота в пахотном слое почвы в конце опыта был бездефицитным. На этом же фоне удобрений заметная убыль азота из почвы обнаружена под бессменным овсом. Особенно велики были потери азота под бессменными пропашными культурами. Под однолетними кормовыми смесями баланс азота в почве формировался также дефицитным при внесении органических и минеральных удобрений. При среднегодовой дозе 10 т/га навоза и $N_{40}P_{40}K_{40}$ наличие одного поля клевера в девятипольных севооборотах с чистым и занятым парами вико-овсяной смесью и картофелем обеспечивало поддержание в дерново-подзолистой почве практически уравновешенного баланса азота и углерода. При замене клевера уплотненными посевами однолетних бобово-злаковых смесей баланс азота в почве формировался дефицитным. При высоком насыщении севооборотов посевами многолетних бобово-злаковых трав (до 40 % севооборотной площади) создавался активный баланс азота при использовании только минеральных удобрений без навоза» [9].

Исследованиями выявлено, что процесс накопления соединений азота зависит от морфологических свойств почв, от происходящих в ней микробиологических и физико-химических процессов. Одним из слабо изученных факторов, влияющих на азотный режим в почве, является фотохимическое воздействие [2, 8]. Оно обусловлено химическими реакциями, которые протекают под воздействием световой энергии в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Исследованиями, проведенными в Марийском государственном университете, установлено: «что воздействие световой энергии на почву приводит к увеличению количества минерального и легкогидролизуемого азота, подвижных органических веществ. Фотохимическая деструкция гумусовых веществ сопровождается потерей окраски, увеличением их подвижности, снижением содержания гуминовых кислот и увеличением фульвокислот [7]. Изучение обеспеченности почв азотом является важной научной и практической задачей.

Целью данного исследования являлось выявление влияния ультрафиолета на содержание легкогидролизуемого азота в основных типах почв Российской Федерации.

Исследования проводили в агрохимической лаборатории кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета. Объектом исследований служили основные типы почв РФ:

Дерново-подзолистая, среднесуглинистая малогумусная на покровных суглинках. (Республика Марий Эл, опытное поле Мар. ГУ);

Серая лесная средне гумусированная тяжелосуглинистая на делювиальных отложениях (Лаишевский муниципальный район Республики Татарстан);

чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный глинистый на делювиальных отложениях (Дрожжановский муниципальный район Республики Татарстан);

чернозем обыкновенный остаточно-луговатый среднегумусный среднемощный среднесуглинтстый (Самарская область, Заволжская провинция степной зоны.).

Изучали влияние ультрафиолета на содержание в изучаемых почвах легкогидролизуемого азота. Для облучения использовали бактерицидную лампу 30-UVC. Время экспозиции составляло 100 ч. Поскольку фотохимическое воздействие явление поверхностное, то в течении облучения почвы периодически перемешивали. Содержание щелочногидролизуемого азота в почвах определяли по Корнфилду. Для анализа использовали чашки Конвея. Гидролиз проводили 1,0 м NaOH при температуре 28 ^{0} в течении 48 ч. Для титрования использовали 0,02 H_2SO_4.

Изучение показало, что минимальное количество легкогидролизуемого азота содержалось в дерново-подзолистой 86,8 мг/кг и серой лесной почвах 72,1 мг/кг. В черноземе выщелоченном его содержание было выше и составило 104,3 мг/кг. Максимальное содержание легкогидролизуемого азота 175,0 мг/кг было в типичном черноземе.

Таблица - Влияние ультрафиолета на содержание легкогидролизуемого азота

Тип почвы	Облучение, ч	$N_{л.г.}$ мг/кг	Увеличение содержания за счет ультрафиолета, мг/кг
Дерново-подзолистая	0	86,8	-
	100	93,8	7,0
Серая лесная	0	72,1	-
	100	80,5	8,4
Чернозем выщелочный	0	104,3	-
	100	110,6	6,3
Чернозем типичный	0	175,0	-
	100	183,2	8,2

Облучение ультрафиолетом повышало содержание легкогидролизуемого азота во всех почвах. В дерново-подзолистой почве оно возросло до 93,8 мг/кг. Содержание легкогидролизуемого азота увеличилось на 7,0 мг/кг или на 8,1 %. В серой лесной почве содержание легкогидролизуемого азота повысилось до 80,5 мг/кг. Повышение концентрации азота составило 8,4 мг/кг или 10,4 %. В черноземных почвах эффект был аналогичным. В выщелоченном черноземе содержание легкогидролизуемого азота возросло до 104,3 мг/кг. Содержание легкогидролизуемого азота повысилось на 6,3 мг/кг или 5,7 %. При облучении типичного чернозема содержание легкогидролизуемого азота повысилось на 8,2 мг/кг или 4,7 % и составило 183,2 мг/кг.

Таким образом, ультрафиолетовое воздействие на почву приводит к повышению содержания легкогидролизуемого азота и улучшению азотного питания растений.

Научный руководитель - Новоселов С.И., д-р с.-х. н., профессор

Список литературы

1. Гамзиков, Г. П. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования / Г. П. Гамзиков, М. Н. Кулагина. — Москва, 1992. — 49 с. — Текст : непосредственный.
2. Ильин Н.П., Орлов Д.С. Фотохимическая деструкция гумусовых кислот// Почвоведение. 1973. №1. С. 73-81.
3. Завалин А.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней / А.А. Завалин, О.А. Соколов. – М.: ВНИИА, 2016. – 596 с.
4. Новоселов С.И. Эффективность обработок ризоагрином посевов озимой ржи на дерново-подзолистой суглинистой почве. Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. 1997. № 110. С. 11-12.
5. Новоселов С.И. Пути сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроценозов в земледелии Нечерноземья // Мат-лы докл. Международной научно-практической конференции. «Инновационное развитие растениеводства в Республике Марий Эл». Йошкар-Ола. 2011. С. 21-31.
6. Новоселов, С. И. Эффективность использования биологического азота в земледелии Нечерноземья : монография / С. И. Новоселов, Е. С. Новоселова, А. А. Завалин. — Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2012. — 150 с. — Текст : непосредственный.
7. Новоселов С.И., Завалин А.А. Роль фотохимического фактора в деструкции гумусовых веществ почвы. Агрохимия, 2013, №1. с. 59-64.
8. Новоселов С.И. Роль фотохимических процессов в агросфере // Мат-лы докл. Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». Йошкар-Ола, Мар. Гос.ун-т. 2017. Вып. 19. С. 20-22.
9. Михновский, В. К. Баланс азота и углерода в дерново-подзолистой почве под бессменными культурами и в севообороте / В. К. Михновский. — Текст : непосредственный // Роль азота в земледелии дерново-подзолистых почв. — Москва : Колос, 1974. — С. 5–60.
10. Тюрин, И. В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И. В. Тюрин. — Москва : Наука, 1965. — 360 с. — Текст : непосредственный.

ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 664.681.9

Соломина А.Ю., Протасова М.И., Пидалина Е.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КЕКСА С ВЯЛЕНЫМИ ЯГОДАМИ

Аннотация. В работе рассмотрены результаты исследований по изучению влияния вяленого ягодного сырья при производстве кексов. Целью данного исследования является изучение изменений органолептических и физико-химических показателей кекса при добавлении вяленого ягодного сырья.

Ключевые слова: кондитерские изделия, кексы, изюм, клюква, вишня, черника, органолептические показатели.

Кексы – это разновидность сдобных кондитерских изделий. Обычно, при изготовлении кексов используют различные добавки. К ним можно отнести орехи, повидло, джем, мармелад, сухофрукты, цукаты и другие компоненты. Как правило, изготавливаются кексы с применением бисквитного или дрожжевого теста. Кексы различаются размерами и формами. Они могут иметь форму и круглых порционных пирожных, и больших прямоугольных куличей. Также они могут иметь форму кольца.

Кондитерские изделия являются одними из наиболее любимых компонентов пищевого рациона населения нашей страны. Они обладают приятным вкусом, ароматом, привлекательным внешним видом, поэтому спрос на данную продукцию постоянно возрастает. Кондитерские изделия входят в группу высококалорийной продукции, основные компоненты которых являются рафинированный сахар и мука. Ассортимент кондитерских изделий очень широк, но одной из немаловажных задач, которые стоят перед кондитерской промышленностью, это разработка новых видов изделий с целью создания кондитерских изделий с лечебно-профилактическими свойствами, а также обогащение изделий пищевыми волокнами. Для решения этой вопроса способствует использование нетрадиционных видов сырья [1].

Ценность плодоовощного сырья в ежедневном рационе обусловлена наличием в нем различных по выполняемым функциям физиологически активных компонентов, к основным из которых можно отнести пищевые волокна, минеральные соли и вещества вторичного синтеза. В условиях кондитерского производства, под действием термической обработки, некоторые из них частично или полностью разрушаются, но пектины, клетчатка и минеральные соли – сохраняются. Сказанное объясняет сформировавшуюся в последние годы популярность использования продуктов переработки плодоовощного сырья при работе над новыми рецептурами мучных кондитерских изделий [2].

Фрукты и ягоды широко используются в кондитерском производстве благодаря их нежному вкусу, тонкому, приятному аромату и высокому пищевому значению.

Высокая пищевая ценность фруктов и ягод обусловлена удачным сочетанием многих важных в пищевом отношении составных частей их, в том числе хорошо усвояемых углеводов - глюкозы, фруктозы и сахарозы и веществ, имеющих приятный вкус и аромат. Большое значение имеют витамины, содержащиеся в фруктах [3].

Вяленые ягоды сохраняют большинство витаминов и антиоксидантов свежих плодов, так как в процессе сушки они не подвергаются варке. При этом концентрация полезных веществ на 100 граммов продукта возрастает из-за удаления воды.

Продукты, полученные из клюквы, способствуют повышению иммунной функции организма, проявляют противомикробную и антиадгезионную активность в отношении грамположительных бактерий, грамотрицательных бактерии и дрожжей. Клюква и компоненты, полученные из нее, способны оказывать антиоксидантное и противовоспалительное действие, что подтверждается несколькими клиническими испытаниями. Изучались улучшения работы сердечно-сосудистой системы, измеряемые увеличением дилатации, опосредованной кровотоком, общей антиоксидантной активностью плазмы, уровнями глутатионпероксидазы в крови и активностью супероксиддисмутазы после употребления ягод клюквы, сиропа или сока из нее [4].

Фенольные соединения, встречающиеся в ягодах клюквы, делятся на четыре основные группы: простые фенольные кислоты, такие как галловая кислота и кофейная кислота, фрагменты лигнина и мономерные флавоноиды (катехины, флавонолы и антоцианы) и полимерные флавоноиды.

Клюква является растением широко распространенным на территории Кемеровской области. На основании исследований, доказано, что клюква обладает мощной антиоксидантной активностью и антимикробными свойствами, связанными с содержанием в ней фенолов [5]. Клюква содержит класс флавоноидных полифенолов, в том числе кверцетин, катехин и ресвератрол, которые положительно влияют на многие системы организма человека.

Интерес к фитохимическим веществам клюквы частично связан с их преимуществами в профилактике и лечении инфекций мочевыводящих путей, сердечно-сосудистых заболеваний, канцерогенеза и диабета 2 типа. Считается, что эти эффекты опосредованы биохимическими и молекулярными механизмами, связанными с метаболическими путями, реагирующими на антиоксиданты. Более того, потребление клюквы с пищей может защитить от развития диабетических осложнений путем ингибирования двух ферментов, α-амилазы и α-глюкозидазы.

Эти ферменты необходимы для расщепления крахмала до мальтодекстринов с последующим распадом до усваиваемых моносахаридов. Таким образом, ингибирование этих ферментов улучшает метаболический гомеостаз и способствует замедлению или полному предотвращению развития диабета и диабетических осложнений [6].

Клюква обладает рядом преимуществ, которые позволяют использовать ее в стоматологии. Так, исследования in vitro показали, что компоненты клюквы могут оказывать благотворное влияние на здоровье десен и пародонта, подавляя воспалительную реакцию и образование бактериальной биопленки, снижая активность периопатогенных протеолитических ферментов. Также доказано, что специфические флавоноиды, присутствующие в клюкве, разрушают ключевые факторы вирулентности, ответственные за патогенез кариеса [7].

Вишня – одно из самых распространенных растений, произрастающих на территории России, обладающих не только высокими вкусовыми качествами, но и множеством полезных свойств, которые до сих исследованы не в полной мере и редко используются в медицине и фармации.

Плоды вишни обладают свойствами долго хранения, что также обуславливает рациональность ее использования.

Вишня – это дерево или кустарник, произрастающий на всей территории Земли, кроме крайнего Севера, пустынь и высокогорий. Еще с древних времен о вишне складывалось много сказок, песен, пьес, стихов и рассказов, что демонстрирует ее востребованность и актуальность среди людей много столетий назад. Даже в те времена подчеркивалось, что чарующий внешний вид плодов вишни несет в себе не только эстетическое удовольствие, но и пользу.

Большой вклад в изучение разнообразия сортов вишни внес русский биолог и селекционер И. В. Мичурин. Он создал более 25 сортов вишни и черешни и 13 сортов сливы.

Так в древних лечебниках говорилось, что после родов женщинам, ослабшим после родов и страдающим маточными болями необходимо иметь в рационе легкую еду, такую как каши и фрукты с ягодами. В данный рацион входила вишня, которая помогала избавится от молочной лихорадки и прийти в хорошее самочувствие после родов [5].

Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus L.) – невысокий кустарничек семейства брусничных. Научное название рода происходит от латинского слова vacca - «корова», что говорит о пригодности листьев некоторых видов на корм скоту. Видовое название myrtillus представляет уменьшительное от myrtus - «мирт» - по сходству растения с маленьким миртом.

Ягоды сочные, кисло-сладкие, черного цвета, семена мелкие. Цветет в мае-июне. Поспевает в июле-августе. Используются ягоды и листья черники.

Черника повсеместно распространена в лесной полосе Белоруссии, преимущественно в средней и северной зонах. Часто она образует сплошной покров в осветленных хвойных и смешанных лесах. Встречается также в европейской части России, Восточной и Западной Сибири, Кавказе, Дальнем Востоке, Ближнем Востоке, Восточной Азии, северной части Северной Америки.

В качестве лекарственного сырья используют плоды и побеги. Ягоды заготавливают в период полного созревания утром или вечером. В последнее время при заготовке ягод используют средства малой механизации – ковш с зубцами, но часто после применения ковша для сбора сильно повреждаются листовые и плодоносящие почки, что способствует резкому сокращению урожайности. При заготовке не следует брать зеленоватые и испорченные плоды, ветви, листья. Собранные вручную плоды складывают в корзины или ведра. Не разрешается ягоды мыть и перекладывать из одной тары в другую. Сушеные ягоды черники хранят в ящиках, выложенных бумагой. В фазе цветения собирают побеги черники, стараясь не повредить цветки, плоды.

В ее состав входят незаменимые органические кислоты, такие, как лимонная, молочная, хинная, кислота, яблочная и янтарная. Именно такой уникальный кислотный состав во многом определяет уникальные лечебные свойства черники. Кроме того, в ее состав входят многие необходимые нам для нормальной жизнедеятельности минералы. Это соли железа, калия, марганца, меди, серы, фосфора, хрома и цинка. По содержанию марганца чернике нет равных среди растений.

Кроме того, в ягоде присутствуют каротин (витамин А), витамины группы В, витамины С и РР, имеются дубильные вещества, спирты и эфирное масло [6].

Исследования проводились путем проведения пробных лабораторных выпечек с последующим анализом основных физико-химических и органолептических показателей качества. Исследования проводили в лаборатории кафедры агроинженерии и технологии производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Для эксперимента были выбраны следующие варианты:

1. Кекс по выбранной рецептуре с добавлением изюма – контроль;
2. Кекс с добавлением вяленой клюквы;
3. Кекс с добавлением вяленой вишни;
4. Кекс с добавлением вяленой черники.

В ходе экспериментов вяленые ягоды добавляли к массе сырья. Тесто замешивали в соответствии с выбранной рецептурой. Технология приготовления теста включала следующие этапы: сначала готовили сухую смесь из муки, ванильного сахара и разрыхлителя и хорошо перемешали. Следующим этапом было растапливание сливочного масла. Когда растопленное масло достигло комнатной температуры, ее перелили в емкость, вводили яичный меланж, сахар и перемешивали до однородности. Далее просеяли в эту смесь подготовленные сухие ингредиенты и замесили тесто. И в самом конце добавляли изюм и вяленые ягоды: клюкву, вишню и чернику. Замешенное тесто размещаем в формочки, заполняя их на 2/3 объема.

Внешний вид кексов в разрезе показан на рисунке 1.

Рисунок 1 – Вид кексов в разрезе: 1 – кекс с вяленой вишней, 2 – контроль, 3 – кекс с вяленой черникой, 4 – кекс с вяленой клюквой.

После выпечки и остывания готовых изделий проводили органолептическую оценку.

Органолептические показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Варианты			
	Контроль	Вишня	Клюква	Черника
Вкус и запах	Изделие со сдобным вкусом и характерным ароматом, без посторонних привкусов и запахов	Изделие со сладким вкусом и соответствующим для данного изделия ароматом, без посторонних привкусов и запахов	Изделие со сладко-кислым вкусом и соответствующим для данного изделия ароматом, без посторонних привкусов и запахов	Изделие со сладко-кислым вкусом и соответствующим для данного изделия ароматом, без посторонних привкусов и запахов
Поверхность	Выпуклая, характерных трещин не наблюдается	Выпуклая, с характерными трещинами	Выпуклая, характерных трещин не наблюдается	Выпуклая, с характерными трещинами
Вид в изломе	Изделие без комочков, без следов непромеса, с равномерной пористостью	Изделие без комочков, без следов непромеса, с некоторыми пустотами	Изделие без комочков, без следов непромеса, с некоторыми пустотами	Изделие без комочков, без следов непромеса, с равномерной пористостью
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная,	Мягкая, связанная, разрыхленная,	Мягкая, связанная, разрыхленная,	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая без

	пористая без пустот и уплотнений	пористая без пустот и уплотнений	пористая без пустот и уплотнений	пустот и уплотнений
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью

По органолептическим показателям во время дегустации было отмечено, что контрольный вариант и с вяленой вишней получился более сладким. Также дегустаторами было отмечено, что в 3 и 4 вариантах с вяленой черникой и вяленой клюквой вкус был с выраженным кисло-сладким вкусом, который обеспечивает оптимальный баланс вкусовых характеристик продукта. На основании полученных данных, образцы с вялеными черникой и клюквой рекомендованы к промышленному производству как наиболее перспективные, с точки зрения потребительских свойств и сбалансированности состава.

Научный руководитель - Бурова Н.О., к.техн.наук, доцент

Список литературы

1. Использование нетрадиционных растительных добавок при производстве печенья / З. К. Конарбаева, И. М. Жумабаева, А. К. Джанмулдаева, У. Т. Калтабекова // Theory and practice of scientific research : Материалы XXXIX Международной научно-практической конференции, Москва, 30 мая 2018 года. – Москва: Научный центр "Олимп", 2018. – С. 67-69. – EDN YOUQKD.
2. Бабенков, А. Д. Влияние морковного пюре на качество кексов / А. Д. Бабенков, Е. Ю. Егорова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летнему юбилею академика Саковича Г.В., Бийск, 19–21 мая 2021 года. – Бийск: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, - 2021. – С. 366-369. – EDN RQRSYH.
3. Клычкова А.С. Разработка технологии кексов функционального назначения / О.Е. Темникова // Пищевые технологии и биотехнологии. XVII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (г. Казань, 20–23 апреля 2021 г.): материалы конференции / под ред. А. С. Сироткина; Мино-брнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ. – 2021. – С.72-76.
4. Емельянов, А. М. Использование плодов клюквы в пищевой промышленности / А. М. Емельянов // Совершенствование науки и образования в области естественных и технических исследований : Материалы XXXVI Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 21 декабря 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 138-139. – EDN BBKZRN.
5. Гизатулина, М. В. Перспективы использования сырья плодов вишни в медицине и фармации / М. В. Гизатулина // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ науки и ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей X Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 20 мая 2021 года. Том Часть 1. – Пенза: Общество с ограниченной ответственностью "Наука и Просвещение", 2021. – С. 215-219. – EDN JXVMDN.
6. Типсина, Н. Н. Исследование черники / Н. Н. Типсина, Н. Ю. Яковчик // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11(86). – С. 283-285. – EDN SCVJCR.
7. Емельянов, А. М. Использование плодов клюквы в пищевой промышленности / А. М. Емельянов // Совершенствование науки и образования в области естественных и технических исследований : Материалы XXXVI Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 21 декабря 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 138-139. – EDN BBKZRN.

УДК 663:634:634.3

Анисимова С.С.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОКА ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлено исследование по разработке рецептуры безалкогольного напитка с использованием черноплодной рябины (*Aronia melanocarpa*) и натуральных соков из цитрусовых плодов. Описаны результаты органолептического анализа, демонстрирующего сенсорные характеристики готового продукта, подчеркнута перспективная значимости напитка с точки зрения укрепления здоровья потребителей, благодаря наличию биологически активных компонентов растительного происхождения.

Ключевые слова: черноплодная рябина (арония), лимон, апельсин, грейпфрут, безалкогольный напиток, органолептические показатели, дегустационная оценка.

В последние десятилетия в Российской Федерации наблюдается значительный рост интереса к ведению здорового образа жизни и увеличению потребления натуральных продуктов среди широкого круга населения. Это привело к росту популярности функциональных напитков, обогащённых витаминами, антиоксидантами и другими биологически активными соединениями [1]. Особого внимания заслуживают разработки инновационных рецептур напитков на основе ягод аронии (черноплодной рябины *Aronia melanocarpa*), отличающихся уникальным химическим составом, включающим значительное содержание антоцианов, флавоноидов, полифенолов и витамина С, что обусловливает их высокую пищевую ценность и выраженную физиологическую активность [2]. При этом особое значение приобретает сочетание черноплодной рябины с соком цитрусовых растений (*Citrus* spp.). Цитрусовые фрукты отличаются своим целебно-профилактическим действием, обеспечиваемым наличием витаминов А, В, В2, В3, Вб, В9,СЭ, Е и Р (цитрина), органических кислот, пищевых волокон, калия, железа, кальция, фосфора, магния, натрия, серы, марганца, кобальта и других важных минеральных веществ [3]. Особенно популярен апельсиновый сок, богатый витаминами и минералами, характеризующийся приятным вкусом и ароматом, что делает его популярным ингредиентом как в традиционной кухне, так и в диетическом питании. Благодаря низкому содержанию калорий (около 46 ккал на 100 г продукта) и высокому уровню содержания воды (до 88%), апельсиновый сок часто используется людьми, контролирующими массу тела [4]. Тогда как арония черноплодная (черноплодная рябина) содержит около 10% сахаров, включая глюкозу, фруктозу и сахарозу. Органических кислот примерно 1,3%, где преобладающей является яблочная кислота. Ее ягоды включают небольшое количество пектиновых веществ (около 1%), дубильных веществ (0,5-0,6%) и полифенолов, включая антоцианы, придающие плодам характерную тёмную окраску. Арония отличается высоким содержанием микроэлементов, таких как соли молибдена, марганца и меди [5].

Новая разработка безалкогольного напитка на основе сока ягод черноплодной рябины и цитрусовых плодов представляет собой перспективное направление для пищевой промышленности, так как они не только богаты различными биологически активными веществами, но и играют важную роль для человека. Ведь здоровье и работоспособность человека существенно зависят от качественного состава и балансировки поступающих продуктов питания, а потребление напитков постоянно растёт, как и интерес потребителей к продуктам с высокой пищевой и биологической ценностью. Поэтому регулярное потребление напитков во всём мире делает их неотъемлемой частью ежедневного рациона для человека. Потому что безалкогольные напитки должны выполнять не только функцию утоления жажды, но и приносить пользу для здоровья человека, пополняя его организм важными нутриентами. Современный рынок безалкогольных напитков отличается большим ассортиментом и разнообразием продукции, однако эта категория товаров остаётся одной из наиболее динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности. Безалкогольные напитки относятся к категории массовых продуктов, предназначенных для регулярного употребления представителями разных возрастных групп и социальных категорий. Несмотря на широкий ассортимент, доля действительно полезных либо минимально вредных для здоровья напитков остается незначительной. Ежедневное употребление большого количества искусственных добавок, красителей и консервантов негативно сказывается на состоянии здоровья населения [6].

Поэтому актуальным становится поиск решений, направленных на уменьшение негативного воздействия синтетических компонентов на человеческий организм. Одним из возможных путей решения проблемы является использование натуральных ингредиентов при производстве безалкогольных напитков. В рамках настоящей работы была поставлена цель, изучить влияние добавления сока ягод черноплодной рябины и цитрусовых плодов на органолептические показатели безалкогольного напитка, разработанного на основе природных компонентов.

Для достижения поставленной цели мы провели экспериментальные исследования по схеме:
1. Вариант (контроль) арония;
2. Вариант арония + лимон;
3. Вариант арония + апельсин;
4. Вариант арония + лимон + грейпфрут.

Рецептура безалкогольного напитка включает следующее сырьё: ягоды аронии (черноплодной рябины); фрукты (лимон, апельсин и грейпфрут), сахар, вода.

По завершении экспериментальных исследований, спустя две недели, была проведена дегустация полученных образцов безалкогольных напитков. Их качество оценивалось по пятибалльной шкале по следующим критериям: внешний вид, цвет, запах, вкус и консистенция. Для определения уровня органолептических свойств напитков использовалась методика дегустационного анализа (табл., рис.).

Таблица – Результаты дегустационной оценки безалкогольного напитка

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Внешний вид	Непрозрачный, плотный, содержит взвеси	Непрозрачный, плотный, содержит мякоть	Непрозрачный, плотный, содержит мякоть	Непрозрачный плотный, содержит мякоть
Цвет	Насыщенная жидкость рубинового темно-фиолетового цвета	Насыщенная жидкость рубинового темно-фиолетового цвета	Насыщенная жидкость рубинового темно-фиолетового цвета	Насыщенная жидкость рубинового темно-фиолетового цвета
Вкус	Чистый насыщенный, кисло-сладкий, терпкий, немного вяжущий	Очень кислый	Приятный, мягкий, нотками цитруса	Слегка кисловат, с небольшой горечью
Запах	Чистый ягодный, без постороннего привкуса и запаха	Чистый ягодно-лимонный, без постороннего привкуса	Чистый ягодный с нотками апельсина, без постороннего привкуса	Чистый ягодный, без постороннего привкуса и запаха
Консистенция	Однородная, жидкая консистенция допустимо мелкой мякоти, без посторонних примесей	Однородная, жидкая консистенция допустимо мелкой мякоти, без посторонних примесей	Однородная, жидкая консистенция допустимо мелкой мякоти, без посторонних примесей	Однородная, жидкая консистенция допустимо мелкой мякоти, без посторонних примесей

Органолептические характеристики безалкогольных напитков зависят от качества исходного сырья, технологии изготовления и должны соответствовать требованиям государственного стандарта ГОСТ 28188-2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» [7]. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Из таблицы видно, что все 4-е варианта характеризуются одинаковым внешним видом: напитки непрозрачные, плотные, содержат взвеси или мякоть, что говорит о натуральности продукта и отсутствии фильтрации, что сохраняет полезные вещества и натуральный состав. Имеют насыщенный, темно-рубиновый или фиолетовый цвет, что также подтверждает использование натурального сырья и отсутствие искусственных красителей. По вкусу: контрольный вариант имеет чистый, насыщенный, кисло-сладкий, терпкий и немного вяжущий вкус, что может понравиться ценителям классических ягодных напитков. Во 2: варианте - вкус очень кислый, вероятно, из-за большого содержания сока лимона, он подходит для любителей напитка с сильной кислинкой. Третий вариант имеет приятный мягкий вкус с нотками цитруса, что может привлечь широкую аудиторию благодаря сбалансированному профилю. Вариант 4: показал легко кисловатый вкус с небольшой горчинкой, такой профиль понравится тем, кто предпочитает менее сладкие напитки. По запаху: все образцы показали отсутствие постороннего привкуса или запаха, при этом первый и четвертый варианты обладают чистым ягодным запахом аронии, Второй вариант выделяется ярким ягодно-лимонным ароматом, а третий вариант характеризуется приятным сочетанием ягодного запаха аронии с оттенком апельсина. По консистенции все варианты демонстрируют схожую однородную жидкую консистенцию с небольшим количеством мякоти, что традиционно характерно для натуральных напитков.

Таким образом, анализ дегустационной оценки показал разнообразие возможных профилей безалкогольных напитков на основе черноплодной рябины и цитрусов, позволяющее создавать продукцию с разными вкусовыми и ароматическими качествами.

Рисунок – Органолептические показатели экспериментальных вариантов: контроль (арония); вариант 2 (арония+лимон); вариант 3 (арония+лимон+ грейпфрут); вариант 4 (арония + апельсин)

Из рисунка 1 видно, что все варианты по внешнему виду и цвету получили высокие оценки (5 баллов), что свидетельствует о хорошем внешнем виде напитков, насыщенным и привлекательным их цвете. По вкусу и запаху наивысшую оценку (5 баллов) получил вариант 3, что говорит о его приятном, сбалансированном вкусе и насыщенном аромате, вариант 1 (контроль) получил по 4 балла, а варианты 2 и 4 получили по 3 балла, что указывает на менее выраженный их вкус и запах. По консистенции 5 баллов получил вариант 3, контроль набрал - 4 балла, а варианты 2 и 4 - 3 балла, что указывает на их менее выраженную консистенцию.

Следовательно, по всем критериям наиболее успешным, получившим наивысшие оценки по вкусу, запаху и консистенции является вариант 3. Варианты 2 и 4 имеют более низкие оценки по вкусу и запаху, что может быть связано с менее выраженными характеристиками, по сравнению с 3 вариантом и контролем, но при этом каждый вариант имеет свою уникальную характеристику и может понравиться разным потребителям

Физико-химические показатели напитка на основе аронии с добавлением цитрусовых культур показали, что плотность для всех вариантов составила 1,02 г/см³, массовая доля сухих веществ - 0,2%, а кислотность - 0,3 см³ раствора гидроокиси натрия с концентрацией 1,0 моль/дм³ на 100 см³, что соответствует требованиям ГОСТа и подтверждает соответствие напитка установленным стандартам качества.

Таким образом, разработанная рецептура позволяет получить качественный безалкогольный напиток на основе плодов аронии и цитрусовых плодов, что соответствует современным требованиям к функциональным продуктам питания и станет важной частью в рационе человека, стремящегося к здоровому образу жизни.

Научный руководитель – Марьина-Чермных О.Г., д.б.н, профессор

Список литературы

1. Кожинов, Г. А. Разработка безалкогольного напитка из чёрной смородины с ягодами малины и земляники / Г. А. Кожинов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2025. – С. 211-223. – EDN UQDOZL.
2. Ягодарова, М.А. Разработка джема из черноплодной рябины для питания населения с проблемами сердечно-сосудистой системы / М.А. Ягодарова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мос. чтения/Материалы международной научно-практической конференции. Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2023, Вып.25, С. 245-248 – EDN UQDOZL.
3. Матвеева, Н. А. Разработка рецептур и технологии безалкогольных сокосодержащих напитков на основе плодов лимона / Н. А. Матвеева, И. Н. Яковлева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2014. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-retseptur-i-tehnologii-bezalkogolnyh-sokosoderzhaschih-napitkov-na-osnove-plodov-limona
4. Ткачева, Н. Апельсиновый сок — натуральный источник здоровья, молодости и долголетия /Н. Ткачева,, Т. Елисеева // Журнал здорового питания и диетологии. - 2022. - №22. - С. 22-27. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/apelsinovyy-sok-naturalnyy-istochnik-zdorovya-molodosti-i-dolgoletiya
5. Исследование и анализ физико-химического состава ирги и черноплодной рябины / Г. Н. Жакупова, К. К. Макангали, А. Т. Сағандық, Г. М. Токышева // Вестник Алматинского технологического университета. – 2023. – № 2. – С. 167-176. – DOI 10.48184/2304-568X-2023-2-167-176. – EDN IKUQSC.
6. Пуртова, И. Г. Разработка технологии безалкогольного плодово-ягодного напитка с цитрусовыми / И. Г. Пуртова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции

сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. – С. 193-195. – EDN FOTUIU
7. ГОСТ 28188-2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» – М.: Стандартинформ, – 2016. – 12 с.

УДК 664.841.8:635.36:634.745

Богатырева А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

НАТУРАЛЬНЫЕ КОНСЕРВЫ «БРЮССЕЛЬСКАЯ КАПУСТА» С СОКОМ ЯГОД КАЛИНЫ

Аннотация. Статья посвящена разработке рецептуры натуральных консервов «Брюссельская капуста» с заменой на сок ягод калины. Представлены результаты экспериментального исследования органолептических характеристик готового продукта, выявившие оптимальный вариант с частичной заменой традиционной заливки на 20 % сока калины. Продукт привлекателен оригинальными вкусовыми качествами и насыщенным розовым цветом. Включение его в производственный цикл позволит расширить ассортимент плодоовощных консервов профилактического назначения и обеспечит рациональное использование местных растительных ресурсов Республики Марий Эл.

Ключевые слова: брюссельская капуста, сок ягод калины, натуральные консервы, органолептические показатели, дегустационная оценка.

Натуральное питание становится одним из ключевых трендов современной индустрии пищевых продуктов. Потребители стремятся минимизировать употребление искусственно синтезированных добавок и выбирают продукцию, содержащую преимущественно натуральные ингредиенты. При этом одной из важных тенденций является создание функциональных продуктов, обогащённых витаминами и минералами, поддерживающих здоровье и жизненный тонус человека. Именно поэтому разработка технологий консервирования на основе свежих местных растений представляется весьма актуальной. Особенно интересны комбинации традиционных продуктов с уникальными компонентами, такими как ягоды калины (*Viburnum opulus*). Такое решение помогает создать новый класс функциональных консервов, сочетающих полезные свойства плодов и овощей [1].

Основным компонентом в нашем исследовании является свежая брюссельская капуста (*Brassica oleracea var. gemmifera*), представляющая собой хороший источник витаминов (А, С, Е, группа В), фолиевой кислоты, калия, магния и кальция. Брюссельская капуста отличается низкой калорийностью и способностью улучшать пищеварение, нормализовать обмен веществ и снижать риск сердечно-сосудистых заболеваний [2].

Вторым ключевым компонентом служит сок ягод калины, где в ее состав входят значительное количество органических кислот, полифенолов, витаминов А, С, Р, К, микро- и макроэлементов (железа, марганца, фосфора, кальция). Калина оказывает противовоспалительное, антисептическое и гипотензивное воздействие, используется как природный иммуностимулятор и средство профилактики простудных заболеваний [3].

Эти два компонента представляют большой интерес в создании нового класса натуральных консервов, обогащённых необходимыми организму человека элементами.

Некоторые авторы отмечают важность сочетания витаминов, фитохимических веществ и антиоксидантных свойств в производстве натуральных консервов. Развитие разработки натуральных консервов связано с созданием специализированных рецептов, учитывающих региональную специфику потребления продуктов и предпочтения целевой аудитории. Возможно совершенствование методик, позволяющих повысить пищевую ценность путём оптимизации рецептуры и режима термообработки [4].

Подводя итог, можно отметить высокую значимость разработки новых видов натуральных консервов, особенно тех, которые содержат свежие овощи и плоды, имеющие выраженную антиоксидантную активность. Поэтому создание рецептуры натуральных консервов «брюссельская капуста» с соком ягод калины является перспективным направлением для повышения качества рациона россиян и укрепления здоровья нации.

В нашем исследовании применение сока ягод калины в качестве частичной замены заливочной жидкости в натуральных консервах «Брюссельская капуста» позволяет сохранить в готовом продукте больше питательных элементов. При этом сок калины естественным образом снижает уровень pH продукта, подавляя развитие патогенной микрофлоры и обеспечивая сохранность витаминов и минералов [3,5].

Поэтому для достижения оптимальных вкусовых и текстурных характеристик была проведена серия экспериментов с различными вариациями рецептуры, где были оценены три основных

варианта, отличающиеся концентрацией сока калины и наличием дополнительных натуральных ароматизаторов (лавровый лист, укроп, душистый перец и т.д.). При оценке органолептических показателей нами учитывались следующие критерии: внешний вид продукта, консистенция, аромат, вкус и цвет, основанные на комплексной экспертизе сенсорных характеристик продукта (табл.).

Таблица - Анализ органолептических показателей разработанных рецептур

Показатель	Контроль (вариант 1)	Частичная замена заливочной жидкости на сок калины	
		20 % (вариант 2)	40 % (вариант 3)
Внешний вид	Овощи: целые кочанчики брюссельской капусты, однородные по размеру, без механических повреждений и пятен. Заливка: прозрачная или слегка опалесцирующая жидкость, без посторонних примесей.	Овощи: целые кочанчики брюссельской капусты, однородные по размеру, без механических повреждений и пятен. Заливка: прозрачная или слегка опалесцирующая жидкость (сок калины), без посторонних примесей.	Овощи: целые кочанчики брюссельской капусты, однородные по размеру, без механических повреждений и пятен. Заливка: прозрачная или слегка опалесцирующая жидкость (сок калины), без посторонних примесей.
Цвет	Капуста: светло-зеленый. Заливка: светлая	Капуста: светло-зеленый. Заливка: розовый	Капуста: светло-зеленый. Заливка: насыщенный розовый
Аромат	Приятный, свойственный вареной брюссельской капусте. Без запаха плесени, брожения или других посторонних запахов.	Приятный, свойственный вареной брюссельской капусте и свежим ягодам калины. Без запаха плесени, брожения или других посторонних запахов.	Приятный, свойственный вареной брюссельской капусте и свежим ягодам калины. Без запаха плесени, брожения или других посторонних запахов.
Вкус	Специфический вкус брюссельской капусты. Отсутствие посторонних привкусов (горечи перезрелых овощей, металлического привкуса).	Специфический вкус брюссельской капусты в сочетании с выраженной кисло-сладкой нотой и характерной легкой горчинкой калины. Отсутствие посторонних привкусов (горечи перезрелых овощей, металлического привкуса).	Специфический вкус брюссельской капусты в сочетании с выраженной кислой нотой и характерной горчинкой калины. Отсутствие посторонних привкусов (горечи перезрелых овощей, металлического привкуса).
Консистенция	Хрустящая, но не жесткая, головки брюссельской капусты сохраняют упругость	Хрустящая, но не жесткая, головки брюссельской капусты сохраняют упругость	Хрустящая, но не жесткая, головки брюссельской капусты сохраняют упругость

Из таблицы видно, что по всем органолептическим показателям натуральные консервы «Брюссельская капуста» (контрольный и экспериментальные варианты с соком ягод калины) соответствуют ГОСТу 33851-2016 [6]. При этом замена заливной жидкости на 20 % сока ягод калины в натуральных консервах «Брюссельская капуста» влияет на цвет изделий, вкус и аромат, рисунок 1.

Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3

Рисунок 1 - Вид готовой продукции

Показатели готового продукта в варианте 2 являются гармоничными, не будут отталкивать потребителя, а наоборот будут привлекать его своими нетрадиционными свойствами, что подтверждается проведенной дегустационной оценкой полученных образцов, рисунок 2.

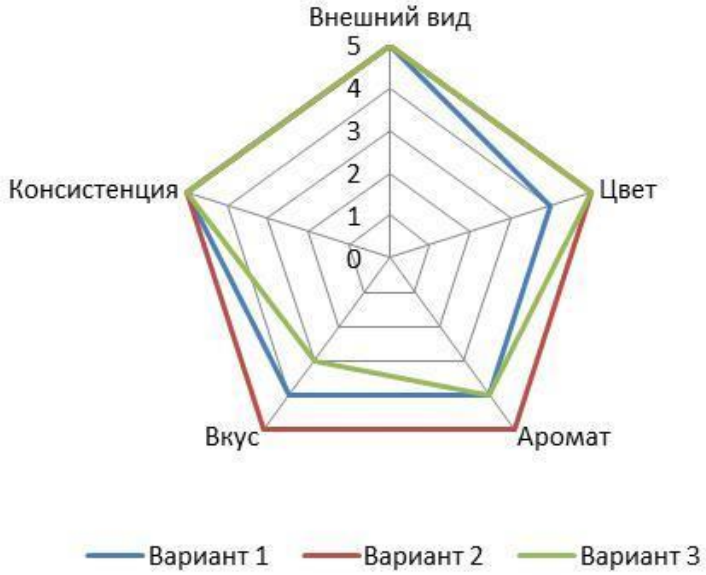


Рисунок 2 - Профилограмма органолептических показателей экспериментальных вариантов (вариант 1 - контроль; вариант 2 - с 20 % сока ягод калины; вариант 3 - с 40 % сока ягод калины)

Проведенная сравнительная характеристика экспериментальных вариантов показала, что наиболее низкие баллы по органолептическим характеристикам набрал вариант 3, где частичная замена сока калины составляла 40 %, что в рецептуре снизило вкусовые свойства продукта. Наилучший результат был отмечен в варианте 2 (20 % сока калины), где средний балл составил 5,0, а общий 25 баллов, что соответствует изделиям без недостатков. При этом общее количество баллов в контрольном варианте и в варианте 3 составило по 22 балла, а средний - 4,4 балла.

Таким образом, совокупность экспериментальных вариантов по органолептическим показателям позволяет сделать вывод о том, что разработанная рецептура натуральных консервов «Брюссельская капуста» при частичной замене заливки на сок ягод калины в количестве 20 % имеет высокие и положительные органолептические показатели, что улучшает характеристику готового продукта, формируя новые положительные потребительские свойства. Использование сока калины в качестве заливки не только обогащает органолептические свойства консервов, но и придает им оригинальный пикантный вкус и яркий цвет. Разработанная рецептура натуральных консервов «Брюссельская капуста» с соком калины является перспективным решением в технологии функциональных продуктов питания, а внедрение данной рецептуры в производство обеспечит расширение ассортимента плодоовощных консервов профилактического назначения и эффективное использование региональных растительных ресурсов.

Научный руководитель – Марьина-Чермных О.Г., д.б.н, профессор

Список литературы

1. Лисицын А. Б. Современные тенденции развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, О. И. Лунина // Теория и практика переработки мяса. 2018. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-razvitiya-industrii-funktsionalnyh-pischevyh-produktov-v-rossii-i-za-rubezhom
2. Орлов И. О. Перспектива использования брокколи (Brassica oleracea или Brassica sylvestris) в качестве источника биологически активных веществ / И. О. Орлов, Е. С. Землякова // Вестник молодежной науки. 2017. №5 (12). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-ispolzovaniya-brokkoli-brassica-oleracea-ili-brassica-sylvestris-v-kachestve-istochnika-biologicheski-aktivnyh-veschestv
3. Шабурова Г.В. Плоды калины как источник функциональных пищевых ингредиентов / Г.В. Шабурова, А.О. Павлова // Инновационная техника и технология. - 2021. - Т. 8. № 3. - С. 28–31.
4. Варданян Л. Р. Исследование антиоксидантной активности растительного сырья как натурального стабилизатора пищевых продуктов / Л. Р. Варданян, С. А. Арутюнян, Г. О. Торосян // Техника и технология пищевых производств. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-antioksidantnoy-aktivnosti-rastitelnogo-syrya-kak-naturalnogo-stabilizatora-pischevyh-produktov
5. Цехина Н.Н. Изучение биологической ценности и антиокислительных свойств калины и продуктов ее переработки / Н.Н. Цехина, Н.Г. Хасьянова, С.В. Орехова // Вестник КузГТУ. 2009. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-biologicheskoy-tsennosti-i-antiokislitelnyh-svoystv-kaliny-i-produktov-ee-pererabotki

6. ГОСТ 33851-2016 «Капуста брюссельская свежая. Технические условия» – М.: Стандартинформ, – 2016. – 12 с.

УДК 664.681.1:633.13:613.2

Васильева С. Н.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ МУКИ

Аннотация. В статье рассматриваются органолептические и физико-химические показатели качества овсяного печенья, с добавлением рисовой и кокосовой муки, где основное внимание уделено оценке таких качеств, как вкус, запах, форма, поверхность, цвет, вид на изломе, а также намокаемость, влажность и щелочность печенья. Результаты исследования показали, что частичная замена классического вида овсяного печенья на рисовую муку улучшает его потребительские свойства и способствует повышению их конкурентоспособности на рынке.

Ключевые слова: овсяное печенье, мука рисовая, мука кокосовая, органолептические показатели, дегустационная оценка, качество продукта, физико-химические показатели.

В последние годы в индустрии производства мучных кондитерских изделий наблюдается тенденция к внедрению нетрадиционного растительного сырья, которое обладает высокой пищевой ценностью и длительным сроком хранения. Особое внимание привлекают рисовая и кокосовая мука, являющиеся эффективными решениями для оптимизации процесса переработки сельскохозяйственного сырья и расширения ассортимента функциональных продуктов питания. Эти виды муки позволяют уменьшить зависимость от традиционных ингредиентов, таких как пшеничная мука, и предложить покупателям альтернативные варианты, соответствующие принципам здорового питания и экологической устойчивости [1]. При этом несмотря на широкую востребованность мучных кондитерских изделий среди населения РФ, важной проблемой остается их высокая энергетическая ценность и дефицит необходимых организму пищевых волокон и витаминов. Эта ситуация подчеркивает важность модернизации рецептурных формул, позволяющей повысить пищевую ценность и снизить калорийность готовых продуктов.

При этом рисовая и кокосовая мука содержат уникальный комплекс питательных веществ, позволяющий производить высококачественные мучные изделия даже без добавления глютена - ключевого элемента традиционного хлебопекарного производства [2, 3].

Согласно стратегии повышения качества пищевой продукции, утвержденной Правительством РФ в 2016 году, важнейшей задачей является улучшение свойств продовольственных товаров посредством научно обоснованных разработок и внедрения технологических решений, обеспечивающих профилактику распространённых болезней и поддержку здорового образа жизни [4].

Поэтому использование рисовой муки особенно актуально в контексте проблем здравоохранения, так как рис богат белками, минералами и витаминами группы В, являясь хорошим источником полноценного белка и важных микроэлементов. Рисовая мука не образует клейковины, что создает дополнительные технологические трудности, но одновременно открывает новые перспективы для создания специальных диетических продуктов. При этом применение кокосовой муки позволяет создавать разнообразные блюда и десерты с новыми вкусовыми оттенками и текстурой, а благодаря высокому уровню пищевых волокон и низкой гликемической нагрузке, этот продукт подходит людям, контролирующим вес, следящим за уровнем сахара в крови, аллергикам и лицам с чувствительностью к глютену. Кокосовая мука имеет уникальный химический состав и полезные свойства, что увеличивает биологическую ценность любой продукции [5, 6].

Таким образом, данное исследование по разработке технологии приготовления овсяного печенья с частичной заменой овсяной муки на альтернативные виды муки, направленно на обеспечение сбалансированного состава и привлекательных потребительских характеристик готовой продукции, что существенно обогащает ассортимент качественной и здоровой продукции, удовлетворяя потребности разных категорий покупателей. Целью является исследование органолептических и физико-химических показателей овсяного печенья с заменой овсяной муки на рисовую и кокосовую муку.

Схема экспериментального исследования:

1. Вариант 1. Контроль (овсяная мука);
2. Вариант 2. (овсяная мука + рисовая мука);
3. Вариант 3. (овсяная мука + кокосовая мука);
4. Вариант 4. (овсяная мука + рисовая + кокосовая).

В схему технологического производства овсяного печенья, рисунок 1, входят:

Рисунок 1 - Схема технологического процесса изготовления овсяного печенья с альтернативными видами муки

Исследование характеристик качества муки осуществляется по органолептическим показателям, так как **о**рганолептические характеристики готового продукта зависят не только от основного ингредиента, но и от сочетания других компонентов, используемых в данной рецептуре. Органолептический метод позволяет оперативно, объективно и точно оценивать общее качество готового продукта, что способствует полному и всестороннему контролю качества продукции, повышая эффективность производственного процесса.

Проведенная оценка экспериментальных вариантов соответствовала требованиям ГОСТ 24901–2014 [6]. К органолептическим показателям относят, вкус, запах, форма, поверхность, цвет, вид на изломе готового изделия, рисунок 2.

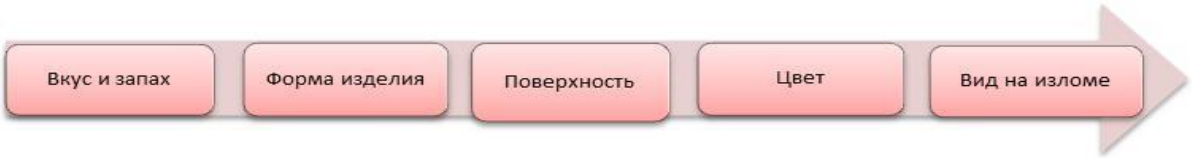


Рисунок 2 - Последовательность определения органолептических показателей

На рисунке 2 видно, что дегустационная оценка по каждому варианту исследований производилась в определенной последовательности по пятибалльной шкале, где оценивалась степень соответствия продукта по требованиям ГОСТа.

Исследования овсяного печенья с альтернативными видами муки по органолептическим показателям выявили, что не все исследуемые образцы печенья имели ярко выраженные соответствующие вкус и запах. Так вариант 1 (контроль) имел – хорошо выраженный вкус, который свойственен овсяной муке и не имел постороннего привкуса и запаха. Вариант 2 (овсяная мука + рисовая), показал, что при частичной замене овсяной муки на рисовую муку, печенье становиться более нежным и податливым и приобретает - золотистую корочку. Вариант 3 (овсяная мука + кокосовая мука), выявил, что при выпечке у печенья появляется кокосовый аромат и хрустящая текстура. Вариант 4 - при добавлении к овсяной муке, рисовую и кокосовую муку, делает текстуру печенья нежной, слегка хрустящей снаружи и мягкой внутри, кокосовая мука придаёт приятный ореховый оттенок и насыщенный аромат готовому изделию.

Цвет у всех образцов печенья варьировался от насыщенного светло-соломенного (контроль) до темно-коричневого (вариант 2), светло-золотисто бежевого (вариант 3) и нежно кремово-золотистого (вариант 4). Все экспериментальные варианты овсяного печенья продемонстрировали хорошую пропеченность с равномерно распределенными мелкими порами, отсутствием пустот и признаков неполного перемешивания теста.

Рисунок 3 - Органолептические показатели экспериментальных вариантов

Дегустационная оценка экспериментальных вариантов овсяного печенья, рисунок 3, показала, что в среднем все варианты набрали от 4,2 до 5 баллов, так контрольный вариант - 4,8 баллов, вариант 2 - 5 баллов, вариант 3 - 4,2 балла, а вариант 4 - 4,4 балла, при этом каждый вариант имеет свою уникальную характеристику и может понравиться разным потребителям. Потому что овсяная мука сама по себе обладает насыщенным вкусом и цветом, а замена пшеничной муки в определенных пропорциях на рисовую и кокосовую муку или на их комбинацию придает продукту новые оттенки цвета, вкуса, аромата и текстуры, обогащая конечный продукт разнообразными БАВ.

Органолептические исследования варианта 1 - (классический) по вкусу и запаху, вид излома, поверхность, а так же цвет - набрал по 5 баллов, по форме готового изделия он получил - 4 балла; вариант 3 – по вкусу и запаху набрал - по 3 балла, по виду излома и поверхности - по 4 балла, а по форме изделия и цвету - по 5 баллов; вариант 4 - вкус и запах, вид излома и форма изделия набрал по 4 балла, поверхность и цвет набрали по 5 баллов. Наибольшее количество баллов в среднем набрал вариант 2 – (5 баллов) по вкусу и запаху, виду на изломе, по поверхности и цвету.

Проведенные исследования по физико-химическим показателям овсяного печенья (табл.) показали, что содержание массовой доли влаги по вариантам увеличивалась в пределах от 8,4 % (контроль) до 9,2% (вариант 2), при этом все показатели вошли в пределы требования ГОСТ (не более 10,5%).

Таблица - Физико-химические показатели овсяного печенья

Варианты	Намокаемость, %	Влажность, %	Щелочность, град.
Вариант 1 (контроль)	155	8,4	1,3
Вариант 2	167	9,2	1,0
Вариант 3	161	9,0	1,0
Вариант 4	163	9,1	1,0
Норма по ГОСТ 24901 - 2014	не менее 150	не более 10,5	не более 2,0

Показатель намокаемость изделий так же увеличился, что возможно, связано с наличием в овсяной, рисовой и кокосовой муки - водопоглотительной способности. По требованиям ГОСТ показатель щелочности не должен превышать 2 градусов, во всех вариантах исследований - щелочность снизилась до 1 градуса, по сравнению с контролем.

Таким образом, результаты исследования показали, что частичная замена классического вида овсяного печенья на нетрадиционное оказывает положительное влияние на качество и пищевую ценность изделия. Вариант 2, получивший высшую оценку (5 баллов), признан лучшим. В варианте улучшились органолептические характеристики (приятный цвет, ярко-выраженный вкус и аромат) и физико-химические показатели, что повысит потребительскую ценность готового изделия.

Научный руководитель - Марьина-Чермных О.Г., д.б.н, профессор

Список литературы

1. Присухина Н.В. Применение нетрадиционных видов сырья в производстве овсяного печенья / Н.В. Присухина, В.В. Матюшев, Г. А. Демиденко [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — №11 (113). — URL: [object Object] — DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.010
2. Вишняк, М.Н. Мучные кондитерские изделия для безглютенового питания / М.Н. Вишняк// Кондитерское производство. - 2009. - № 2. - С. 95–96.
3. Островерхова, Т. Н. Некоторые аспекты производства безглютеновых изделий [Текст] / Т. Н. Островерхова // Кондитерское производство. - 2012. - № 5. - С. 22–23.
4. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://government.ru
5. Магомедов, Г.О. Печенье для людей больных целиакией [Текст] / Г. О. Магомедов // Кондитерское производство. - 2014. - № 1. - С. 10–13.
6. Козубаева, А.А. Печенье безглютенового питания [Текст] / Л.А. Козубаева // Пищевая промышленность. - 2010. - № 8. - С. 33–34.
6. Горбунов, С.А. КОКОСОВАЯ МУКА В РЕЦЕПТУРЕ КУЛИЧА "ПОКРОВСКИЙ / С.А. Горбунов, К.С. Каменева, Н.Л. Наумова // Ползуновский вестник. - 2019. - №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kokosovaya-muka-v-retsepture-kulicha-pokrovskiy
6. ГОСТ 24901–2014 Печенье. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, – 2014. – 12 с.

УДК 664.856:547.455

Градобоева Е.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕСЕРТНОГО «ЖЕЛЕ» ИЗ ВИНОГРАДА С САХОРОЗАМЕНИТЕЛЯМИ

Аннотация. В статье приведены результаты исследований, направленных на изучение органолептических характеристик десертного желе из винограда с заменой традиционного сахара на натуральные сахорозаменители (мед, фруктоза, стевия). Проведённый эксперимент показал высокую эффективность разработанной рецептуры, где наиболее лучший образец 3 с фруктозой набрал максимальное количество баллов и характеризуется гармоничным вкусом, приятной консистенцией и привлекательным внешним видом, что соответствует современным требованиям к здоровому и безопасному питанию. Полученные данные имеют важное прикладное значение для производителей кондитерской продукции, заинтересованных в разработке новых сортов функциональных десертов, соответствующих тенденциям здорового образа жизни.

Ключевые слова: десертное желе, виноград, мед, фруктоза, стевия, органолептический анализ, дегустационная оценка.

Современные потребители всё чаще обращают внимание на качество и полезность продуктов питания, отдавая предпочтение товарам с минимальным содержанием сахара и искусственных добавок. Особенно актуальным в последнее время становится создание десертов, сочетающих вкусовые качества и пользу для здоровья. Одним из популярных направлений является производство десертного желе на основе натуральных фруктов и ягод, обогащённых полезными веществами [1]. Так наиболее интересным решением стало использование винограда в составе десертного желе. Ягоды винограда обладают уникальным набором полезных свойств, обусловленных наличием витаминов С, Е, Р, минералов (калий, магний, железо), органических кислот и клетчатки. Благодаря своему химическому составу, виноград оказывает положительное влияние на организм, способствуя укреплению иммунитета, профилактике болезней сердца и сосудов, а также замедлению процессов старения [2].

Традиционный рецепт десертного желе включает в себя значительное количество сахара, что в свою очередь ограничивает круг потенциальных потребителей. И именно поэтому современные производители активно ищут способы заменить обычный сахар на натуральные аналоги, которые не только сохраняют полезные свойства продукта, но и делают его ещё более привлекательным для широкой аудитории [3].

Среди наиболее распространённых вариантов замены сахара выделяют мед, фруктозу и стевию. Каждый из этих компонентов обладает разными свойствами. Так мед богат не только ферментами и микроэлементами, но и обладает выраженными антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. Мед содержит большое количество природных сахаров, витаминов группы В, витамин С, аминокислоты и минералы, такие как калий, кальций, фосфор и магний. Все это делает его ценным продуктом для укрепления иммунной системы и общего оздоровления организма [4]. Фруктоза, хотя и является простым углеводом, усваивается организмом иначе, чем глюкоза. Она медленно всасывается в кровь, не вызывая резких скачков уровня сахара, что важно для людей с диабетом или склонностью к гипогликемии. По сравнению с обычным сахаром, фруктоза слаще, поэтому её можно добавлять в меньших количествах, сохраняя нужную степень сладости блюда. Фруктоза представляет собой эффективный сахарозаменитель, позволяющий снизить потребление обычного сахара на 30–50%. Ее уникальные свойства усиливают отдельные ароматические ноты и способствуют образованию новых приятных ароматических соединений, что положительно сказывается на органолептических характеристиках готовой продукции [5]. При этом стевия выделяется своей низкой энергетической ценностью и отсутствием негативного воздействия на метаболизм углеводов. Её экстракты производятся из листьев южноамериканского растения *Stevia rebaudiana Bertoni*, которое используется людьми уже сотни лет. Стевия не вызывает повышения уровня сахара в крови, что делает её идеальным выбором для диабетиков и всех желающих контролировать потребление калорий. «Стевию часто рекламируют как безопасный и полезный заменитель сахара, который может подсластить пищу без негативных последствий для здоровья, связанных с рафинированным сахаром. Стевия практически не содержит калорий и углеводов». Благодаря своей чрезвычайной сладости даже небольшие её дозы не увеличивают энергетическую ценность рациона. Хотя свежие листья стевии богаты витаминами и минералами, большая часть этих полезных элементов утрачивается в процессе переработки растения в готовый подсластитель. При этом следует учитывать, что состав готовых продуктов со стевией может различаться, так как многие

из них включают дополнительные ингредиенты, влияющие на количество содержащихся питательных веществ [6].

Использование каждого из перечисленных подсластителей требует особого подхода в технологическом процессе, так как каждый ингредиент уникален своими физико-химическими особенностями. Однако правильно подобранная комбинация способна значительно обогатить ассортимент готовых изделий, сделав продукцию привлекательной для широкого круга покупателей. Поэтому целью нашего эксперимента была разработка рецептуры десертного виноградного желе с использованием натуральных подсластителей (мед, фруктоза, стевия) взамен традиционного сахара. Проведённая нами органолептическая оценка экспериментальных образцов, способствуют созданию продукта с пониженной калорийностью, поддерживают вкусовую привлекательность изделия, снижая риск развития метаболических нарушений и обеспечивая высокие потребительские характеристики готового продукта. Такой подход расширяет ассортимент выпускаемой продукции в соответствии с требованиями современности и ожиданиями потребителя относительно здоровых продуктов питания.

Исследования были проведены в лабораториях кафедры АиТППСХП в ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». В основе экспериментальных исследований лежала технологическая схема производства стандартного желе. В эксперименте в качестве замены сахара использовали мед, фруктозу, стевию.

Экспериментальные образцы были оценены дегустационной комиссией, где по результатам органолептического анализа оценка проводилась по пятибалльной шкале с такими показателями, как внешний вид (цвет, форма, прозрачность); аромат (яркость, отсутствие примесей); консистенция (текучесть, плотность, эластичность); вкус (благоприятность вкуса, гармония основных оттенков); послевкусие (приятность, длительность ощущаемого эффекта.

Полученные результаты представлены в таблице и на рисунке.

Таблица – Дегустационная оценка десертного «желе» из винограда

Параметры	Образец 1 (сахар)	Образец 2 (мёд)	Образец 3 (фруктоза)	Образец 4 (стевия)
Внешний вид	4,6	4,8	4,9	4,8
Вкус и запах	4,6	4,7	4,8	4,5
Консистенция	4,7	4,8	4,9	4,7
Цвет	4,6	4,9	5,0	4,8
Средний балл	4,62	4,80	4,90	4,70

Органолептическая оценка экспериментальных образцов десертного желе из винограда с заменой сахара показала, что образец 3 с фруктозой набрал в среднем наибольшее количество баллов и соответствовал ГОСТ Р 55462-2013 [7].

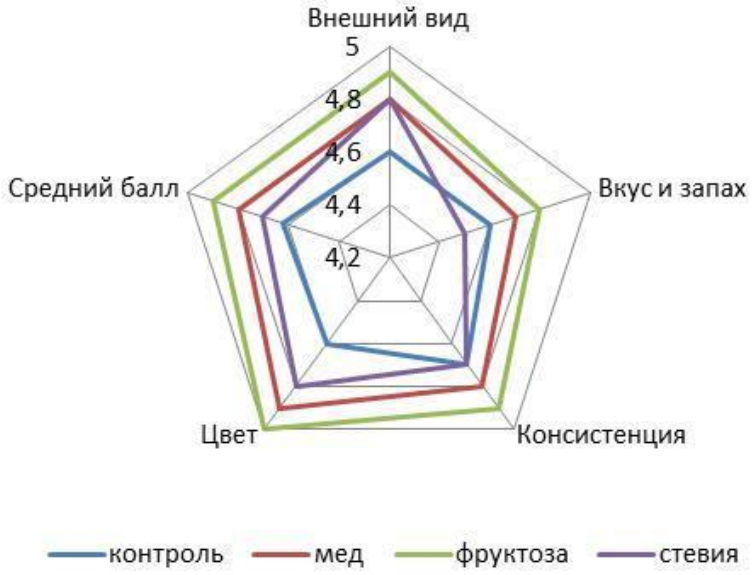


Рисунок – Органолептическая оценка десертного «желе» из винограда с натуральными заменителями сахара

Анализ таблицы и рисунка видно, что экспериментальные образцы десертного желе из винограда с различными видами натуральных заменителей по внешнему виду имел лучший показатель образец с фруктозой (4,9 баллов), немного хуже выглядят образцы с медом и стевией (4,8

бал.), по сравнению с контролем они набрали соответственно на 0,3 и 0,2 балла больше.

По вкусу и запаху максимально высокую оценку получил образец с фруктозой (4,8 бал.) и медом (4,7 бал.). Наименьшую оценку получил образец 4 со стевией (4,5 бал.), что на 0,1 балл меньше, чем в контроле.

По консистенции образец 3 с заменой сахара на фруктозу лидирует и набирает 4,9 баллов, далее следуют образец с медом (4,8 бал.). Образец 4 (стевия) набрал одинаковое количество баллов с образцом 1 (контроль) - 4,7.

По цвету - высокие показатели наблюдаются у образца с фруктозой - 5 баллов, далее идет виноградное желе с медом (образец 2) - 4,9 баллов и образец 4 - виноградное желе со стевией -4,8 баллов.

В среднем по дегустационной оценке наибольшее количество баллов набрал образец 3 дисертное желе из винограда с фруктозой (4,9 баллов), что выше контрольного образца на 0,28 балла. Следующим идет образец 2 с медом, который набрал 4,8 баллов и образец 4 (стевия) с количеством баллов - 4,70, что выше контроля на 0,008 баллов, а образца 3 (фруктоза) на 0,2 баллов.

Проведенные нами исследования показали, что использовать виноград при производстве десертного «желе» с заменой сахара на фруктозу - целесообразно. Правильный подбор рецептуры десертное «желе» из винограда с фруктозой характеризуется высокими органолептическими показателями. Желе, которое изготовлено на основе винограда с заменой сахара на фруктозу, может быть прекрасным источником биологически активных веществ, так как содержит коллаген, состоящий из аминокислот. Помогает улучшать подвижность суставов, что оказывает благоприятное действие на обменные процессы в организме человека.

Таким образом, органолептическая оценка десертного желе из винограда выделила образец 3, который обладает «отличным» качеством, имеет приятный запах, свойственный заявленному компоненту (виноград). Образец оставляет эмоциональное удовольствие и имеет зелёный равномерный цвет, прочную желируемую консистенцию и глянцевую поверхность. Форма образца правильная, не имеет ни каких деформаций, поверхность образца десертное желе - глянцевая, без признаков отделения влаги. Следовательно, рецептура десертного желе из винограда с фруктозой является оптимальной и способствует улучшению потребительских характеристик продукта, увеличению продаж за счет соответствия актуальным трендам здорового образа жизни. Готовый продукт обладает высокими коммерческими перспективами и способен привлечь внимание целевой аудитории, заинтересованной в снижении потребления сахара без ухудшения качества пищи.

Научный руководитель – Марьина-Чермных О.Г., д. б. н., профессор

Список литературы

1. Неделько, А. Ю. Потребительский выбор продуктов питания: факторы, текущее состояние и ожидаемые изменения / А. Ю. Неделько, О. А. Третьяк, А. Ю. Лаврова // Российский журнал менеджмента. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 605-642. – DOI 10.21638/spbu18.2020.406. – EDN FXUUKA. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/potrebitelskiy-vybor-produktov-pitaniya-faktory-tekuschee-sostoyanie-i-ozhidaemye-izmeneniya
2. Арльт, А.В. ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СУХОГО ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ ВИНОГРАДА VITIS VINIFERA L. СОРТА «ИЗАБЕЛЛА» / А.В. Арльт // Современные проблемы науки и образования. - 2021.- № 3. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30867
3. Колдина, Т. В. Исследование фруктово-желейных масс изготовленных с использованием сахарозаменителей / Т. В. Колдина, А. А. Вытовтов, Л. И. Кузнецова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 87-98. – EDN SUFOVB.
4. Могильный, М. П. Сахарозаменители - виды и использование в питании / М. П. Могильный, Т. Е. Фатихова // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : VI международная Интернет-конференция, Орел, 27 января – 25 2016 года. – Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2016. – С. 82-86. – EDN WXSASD.
5. Типсина, Н. Н. Разработка рецептуры пастилы с маслом кедрового ореха и фруктозы / Н. Н. Типсина, И. В. Бондарь // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10(163). – С. 218-222. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-10-218-222. – EDN YQDUTW.
6. Манаева, Д. Стевия заменитель сахара / Д. Манаева, А. Мededова, Л. Йакубова, С. Овезов // Cognitio Rerum. – 2023. – № 4. – С. 87-89. – EDN JWPSMA.
7. ГОСТ Р 55462-2013 «Желе» М.: Стандартинформ. - 2014. – 7 с.

УДК 637.5:637.521.473:635.4

Казанцев А.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Аннотация. В статье рассмотрена замена в начинке «Котлета по-киевски» ½ сливочного масла пряными травами (укроп, петрушка) для увеличения разнообразия мясных полуфабрикатов для потребителя. Описаны показатели органолептической оценки в готовом продукте: внешний вид, вид на разрезе, консистенция, запах, вкус. Выявлено, что лучшим образцов набравшим максимальное количество баллов был образец 2.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, пряные травы, укроп, петрушка, органолептическая оценка.

Современный темп жизни стимулирует интерес к продуктам, сокращающим затраты времени на приготовление пищи. Мясные полуфабрикаты, готовые к быстрому доведению до состояния полной готовности, становятся всё популярнее. Эта группа продуктов изготавливается на основе натурального мяса, которое проходит специальную обработку для улучшения потребительских качеств и продления сроков хранения [1]. Тенденции нашего времени показывают устойчивый рост интереса потребителей к комбинированным мясным полуфабрикатам. Поэтому перед производителем встаёт задача правильного выбора ингредиентов, обеспечивающих оптимальное сочетание вкуса, аромата и пользы для потребителя. Одним из эффективных решений становится использование растительного сырья, обладающего низким уровнем содержания жиров, значительным запасом пищевых волокон, витаминами и минералами, а также доступной стоимостью [2]. Включение растительных компонентов в мясные полуфабрикаты помогает повысить качество конечного продукта и снизить расходы на производство. Каждый вид пряных трав наделён уникальным ароматом, способствующим раскрытию естественных вкусовых свойств мяса. Однако важно понимать, что каждый сорт зелени влияет на блюдо индивидуально, и неверный выбор может испортить общий вкус [3]. Кроме обогащения рациона важнейшими биологически активными соединениями, такими как витамины группы С, В 6, каротин и фолиевая кислота, пряные растения - придают готовым блюдам неповторимую вкусовую и ароматическую гамму. Воздействуя на вкусовые рецепторы, специи активируют работу пищеварительной системы человека, увеличивают аппетит и ускоряют метаболизм [4]. Особенное значение имеют традиционные русские травы - укроп и петрушка. Эфирные масла укропа оказывают положительное влияние на процессы пищеварения, стимулируя секрецию желудочного сока и повышая аппетит. Петрушка, в свою очередь, славится своими антиоксидантами, укрепляет защитные силы организма, очищает кровь и поддерживает общее здоровье [5].

Таким образом, введение растительного сырья в рецептуру мясных полуфабрикатов обеспечивает создание привлекательных и полезных продуктов, соответствующих запросам современного потребителя, что в настоящее время является актуальным.

Цель работы - изучение органолептических показателей полуфабрикатов «Котлета по-киевски» при частичной замене ½ сливочного масла в начинке на пряно-ароматические травы (укроп, петрушка).

Экспериментальное исследование проводилось по образцам:

1). Котлета по-киевски классический вариант (контрольный образец)

2). Котлета по-киевски с заменой ½ сливочного масла в начинке на петрушку.

3). Котлета по-киевски с заменой ½ сливочного масла в начинке на укроп.

4). Котлета по-киевски с заменой ½ сливочного масла в начинке на петрушку и укроп.

Полученные экспериментальные образцы подвергались органолептической оценке, которая осуществлялась дегустационной комиссией по 5-бальной шкале.

В таблице представлена органолептическая оценка «Котлета по-киевски».

Таблица - Органолептические показатели готового изделия

Наименование полуфабриката	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
«Котлета по-киевски» ГОСТ (контроль)	Котлета правильной формы, панировка	Свойственный запеченным или жареным изделиям.	Свойственный для жареных куриных котлет,	Свойственный для жареных куриных котлет,	Мясная часть сочная, нежная. Корочка-хрустящая.

	без трещин. При разрезе из котлеты вытекает растопленное масло.		сливочного масла, панировки, без постороннего запаха.	сливочного масла, панировки, без постороннего привкуса. В меру соленое.	
«Котлета по-киевски» с петрушкой	Котлета правильной формы, панировка без трещин. При разрезе из котлеты вытекает растопленное масло с зеленью.	Свойственный запеченным или жареным изделиям.	Свойственный для жареных куриных котлет, сливочного масла и зеленью, панировки, без постороннего запаха.	Свойственный для жареных куриных котлет, сливочного масла с петрушкой, панировки, без постороннего привкуса. В меру соленое.	Мясная часть сочная, нежная. Корочка-хрустящая.
«Котлета по-киевски» с укропом	Котлета правильной формы, панировка без трещин. При разрезе из котлеты вытекает растопленное масло с зеленью.	Свойственный запеченным или жареным изделиям	Свойственный для жареных куриных котлет, сливочного масла с укропом, панировки, без постороннего запаха.	Свойственный для жареных куриных котлет, сливочного масла с укропом, панировки, без постороннего привкуса. В меру соленое.	Мясная часть сочная, нежная. Корочка-хрустящая.
«Котлета по-киевски» с петрушкой и укропом	Котлета правильной формы, панировка без трещин. При разрезе из котлеты вытекает растопленное масло с зеленью.	Свойственный запеченным или жареным изделиям	Аромат сливочного масла с зеленью.	Свойственный для жареных куриных котлет, сливочного масла с зеленью, панировки, без постороннего привкуса. В меру соленое.	Мясная часть сочная, нежная. Корочка-хрустящая.

Исследуемые экспериментальные образцы «Котлета по-киевски», рисунок 1, показывает, что **органолептические характеристики готового продукта** по внешнему виду соответствуют критериям, т.к. они имеют овальную форму и не деформированы.

Рисунок 1 - Вид исследуемых образцов

По результатам бальной оценки наибольшее количество баллов набрал образец 2 - 24 балла, образец 4 получил 23 балла, а наименьшее количество баллов набрали образцы 1 и 3 - по 21 баллу.

Внесение пряно-ароматных трав в начинку положительно повлияло на готовый продукт, что свидетельствует вид на разрезе, рисунок 2.

Рисунок 2 - Вид исследуемых образцов в разрезе

Построение сенсорной профилограммы показало, рисунок 3, что все варианты набрали высокий средний балл, чем контрольный образец 1. При этом образец 3 получил наименьший балл по вкусу (3 балла), т.к. вкус основного ингредиента перебивался - укропом.

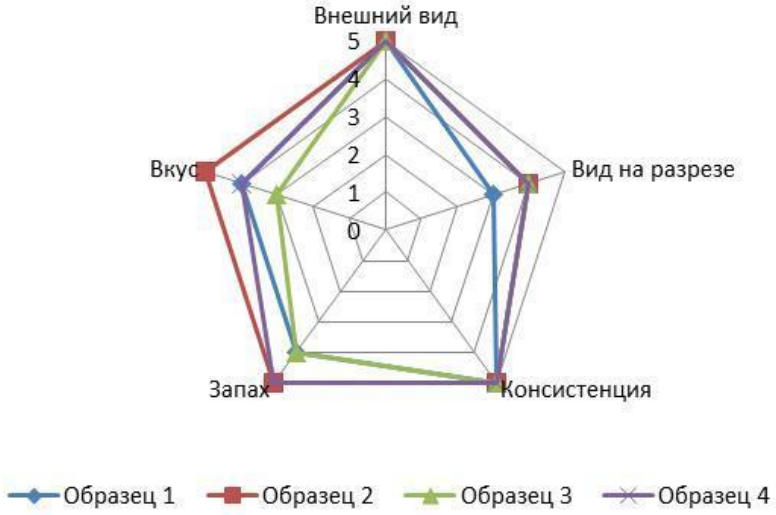


Рисунок 3 - Сенсорная профилограмма исследуемых образцов

По консистенции все образцы получили по 5 баллов, по запаху лучшими были образцы 2 и 4, которые набрали по 5 баллов и имели аромат сливочного масла **с зеленью**. Образцы 1 и 3 набрали по 4 балла, при этом 3 образец перебивал вкус основного ингредиента - укропом.

Исходя из органолептических показателей, полученных в результате исследования, можно сказать, что все образцы соответствуют государственному стандарту. При добавлении пряных трав в начинку и уменьшения сливочного масла на ½ образец 2 показал в органолептической оценке лучшие результаты, набрав максимальное количество баллов.

Научный руководитель – Марьина-Чермных О.Г., д.б.н., профессор

Список литературы

1. Мисунов С. Н. ПРОИЗВОДСТВО МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ / С. Н. Мисунов // Вестник науки. - 2021. - №2 (35). - с. 167-170. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-myasnyh-polufabrikatov

2. Вайтанис М. А. РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ / М. А. Вайтанис // Ползуновский вестник. - 2010. - №3. - с. 252-255. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rasshirenie-assortimenta-kombinirovannyh-myasnyh-polufabrikatov

3. Меренкова С.П. Технологическое обоснование применения растительных добавок в рецептуре мясных полуфабрикатов / С.П. Меренкова, А.А. Лукин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. - 2016. - №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskoe-obosnovanie-primeneniya-rastitelnyh-dobavok-v-retsepture-myasnyh-polufabrikatov

4. Коденцова В. М. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения / Коденцова В. М., А. В. Погожева, О. А. Громова, Е. В. Ших // Вопросы питания. - 2015. - с. 141-150. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vitaminno-mineralnye-kompleksy-v-pitanii-vzroslogo-naseleniya
5. Головкин Д.Н. КОНЦЕПЦИИ ФИТОТЕРАПИИ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-ПЕДИАТРА / Д.Н. Головкин, О.В. Шарова, А.В. Куркина // Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 5. RL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=27083

УДК 637.54:635.21:637.52

Фомашина М.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ В РУБЛЕНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ИНДЕЙКИ

Аннотация. Статья посвящена изучению использования картофеля при производстве полуфабрикатов из мяса индейки, что обусловлено растущим интересом к здоровому питанию. Нами была проведена оценка качества рубленных котлет из мяса индейки с добавлением картофеля в сравнении с контрольным образцом, где количество вносимого картофеля взамен мясной части необходимого для достижения наилучших органолептических показателей составило - 10 %.

Ключевые слова: рубленые полуфабрикаты, мясо индейки, картофель, органолептические показатели, дегустационная оценка.

Здоровое питание играет ключевую роль в поддержании высокого уровня здоровья и способствует улучшению качества жизни, увеличивая её продолжительность. Рацион здорового питания может иметь функциональные цели - поддерживать оптимальный вес тела, укреплять иммунитет, предотвращать дефицит необходимых организму микроэлементов и витаминов. Значительное влияние на здоровье оказывают качественные продукты с высоким содержанием питательных веществ, особенно в мясной продукции. Среди видов мяса выделяется индейка благодаря своим отличным диетическим свойствам, хорошей усваиваемости организмом и полезным качествам. Индейка отличается высоким содержанием белка, необходимого спортсменам и людям, ведущим активную жизнь. Она также характеризуется низким уровнем жиров, что помогает контролировать уровень холестерина в крови и сокращает вероятность сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с избыточным весом. Богатство индейки витаминами и минеральными веществами положительно сказывается на метаболизме и состоянии иммунной системы организма [1].

В настоящее время на рынке большой популярностью у покупателей пользуются рубленые мясные полуфабрикаты, получившие широкое распространение благодаря удобству в приготовлении и разнообразию способов подачи. Разработка новых видов мясных продуктов с высокой пищевой ценностью и сокращение дефицита сырья путем использования нетрадиционных видов мяса и растительных компонентов являются важными аспектами современного рынка. Растительное сырье служит первичным источником биологически активных соединений, витаминов, минералов и клетчатки, что позволяет обогащать мясные изделия функциональными ингредиентами, повышая их пищевую ценность и создавая продукцию, соответствующую современным физиологическим нормам питания [2, 3].

Перспективным направлением при создании мясных рубленых изделий с функциональными свойствами является включение в состав фарша, например пророщенных зерновых культур. Пророщенное зерно легко усваивается организмом и превосходит по количеству витаминов, минеральных веществ и общей биологической ценности обычное зерно. Белковые соединения в проросших зернах преобразуются в свободные аминокислоты, включая незаменимые, что повышает усвоение продукта и улучшает его пищевые характеристики [4].

Использование при производстве комбинированных полуфабрикатов, где применяют белки животного, но и растительного происхождения «не только расширяет ассортимент выпускаемой продукции, но способствует рациональному использованию сырьевых ресурсов, обеспечению населения качественными продуктами питания». Так некоторые исследователи предлагают использовать в качестве растительных компонентов тыкву и топинамбур, так как тыква «из-за отсутствия выраженного аромата, практически не искажает аромат» мяса, а клуни топинамбура содержат высокое количество различных витаминов, пектинов и органических кислот. Исследователи Новосибирского аграрного университета провели исследования по изучению рубленых полуфабрикатах из мясо кур-несушек с добавлением амарантовой муки, что снижало «общее количество влаги и жира» и повышало процент белка, оказывая положительное влияние на качество готовой продукции [5]. При этом ученые Тверской государственной сельскохозяйственной академии при разработке мясных рубленых полуфабрикатов из свинины использовали в качестве натуральных

растительных добавок клубни картофеля, топинамбура и репы, что придало готовому продукту специфический приятный привкус растительных добавок и высокое содержание белка [6].

Таким образом, введение в состав рубленых полуфабрикатов из натурального мяса растительного сырья позволяет расширить ассортимент продукции, придавая ей не только приятные специфические вкусы растительных добавок, но и улучшая её питательными свойствами и важными биологическими веществами.

Поэтому целью нашего исследования было проведение эксперимента по изучению влияния клубней картофеля на органолептические свойства рубленых полуфабрикатов при частичной замене мяса индейки.

Для проведения эксперимента были выработаны 4 образца рубленых котлет:

Образец №1 (контрольный): котлеты из индейки по традиционной рецептуре.

Образец №2: с заменой части мясного сырья на 5% измельченного сырого картофеля.

Образец №3: с заменой части мясного сырья на 10% картофеля.

Образец №4: с заменой части мясного сырья на 15% картофеля.

Органолептическую оценку котлет из мяса индейки с частичной заменой клубней картофеля проводили по 5-балльной шкале, рисунок 1. Дегустационная оценка показала, что самый высокий средний балл получил образец №3 (5,0). В этом варианте внешний вид и цвет изделия был лучше, что демонстрирует наиболее ровную поверхность, аккуратную структуру и сохранение естественного оттенка мяса индейки, который ассоциируется с качественным продуктом, по сравнению с остальными образцами. При этом в образцах №2 и 4, где было увеличение количества картофеля на 5 и 15 %, ухудшило их внешний вид и цвет. Так образец №4 приобретает более светлый тон готового продукта, теряя при этом интенсивную окраску. Поэтому эти образцы набрали в среднем 4,9 и 4,7 баллов, соответственно.

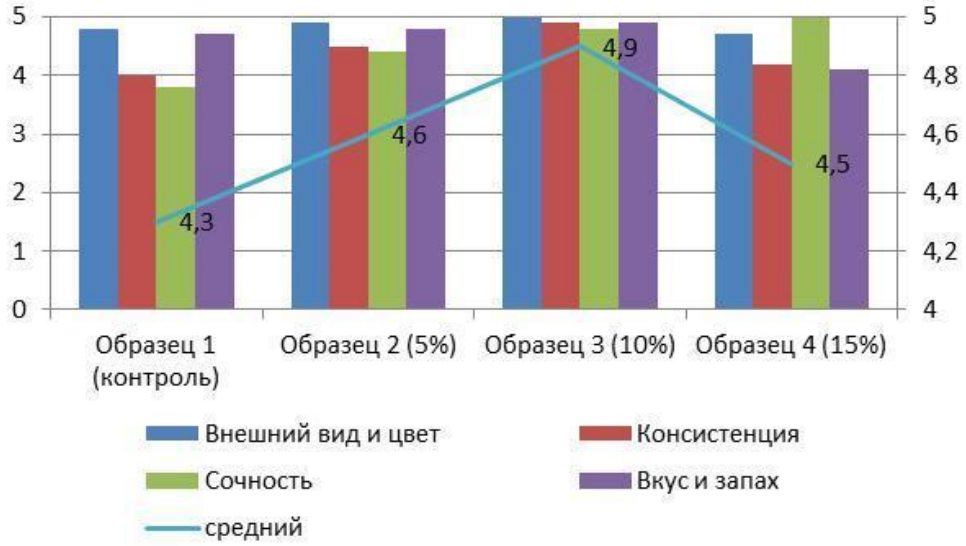


Рисунок 1 - Оценка органолептических показателей котлет из мяса индейки с различным количеством картофеля

Максимальное значение показателя сочность показал образец №4 (5 баллов), в образце демонстрируется самая высокая сочность, однако консистенция изделия стала чрезмерно мажущейся (4,2 балла), появился легкий, но различимый крахмалистый привкус и запах овощей, который начал перебивать аромат мяса птицы (4,1 балл).

Образец №2 показал минимальную сочность (4,4 балла), при этом мясной профиль вкуса и запаха остался без изменения (4,8 баллов), по сравнению с контрольным образцом.

Лучшим образцом признан №3, где изделия приобрели нежную консистенцию (4,9 баллов), среднюю сочность (4,8 баллов) и пышность готового продукта с легкой овощной ноткой, что гармонично дополнил вкус индейки, сделав его более мягким.

Контрольный образец №1 обладая выраженным мясным вкусом, был оценен как суховатый и плотный, поэтому набрал в среднем 4,3 балла.

Исследуемые нами экспериментальные образцы котлет из мяса индейки с различным количеством картофеля (5 %, 10 %, 15 %) взамен мяса и контрольный образец, показывают, что **органолептические характеристики продукта** по внешнему виду представляют собой однородную и хорошо перемешанную массу с растительным сырьем, рисунок 2.

Рисунок 2 - Внешний вид готового изделия

Добавление картофеля взамен мяса индейки способствует улучшению основных функционально технологических свойств рубленной мясной системы во всех экспериментальных образцах по сравнению с образцом контроль, что положительно влияет на органолептические характеристики готовых рубленых изделий. Наибольшие значения функционально-технологических показателей отмечено у экспериментального образца №3 с добавлением картофеля в количестве 10 %, при этом органолептические показатели образца имели наивысшую общую дегустационную оценку - 19,6 баллов.

Микробиологические показатели в экспериментальных образцах котлет несколько отличаются, но не приводят к ухудшению санитарных свойств полуфабрикатов, число микроорганизмов во всех образцах котлет соответствуют требованиям микробиологических критериев оценки доброкачественности мясных изделий [7].

Таким образом, разработанная нами рецептура рубленых полуфабрикатов из мяса индейки с частичной заменой картофеля, выявила, что образец №3 (10 %) обладает наилучшими качествами готового продукта, делая мясо нежнее и сохраняя при этом классический мясной вкус и легкий аромат картофельной нотки.

Научный руководитель - Марьина-Чермных О.Г., д.б.н., профессор

Список литературы

1. Сарбатова, Н. Ю. Пути использования мясо индейки в целях здорового питания / Н. Ю. Сарбатова // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина. - 2025. – С. 455-456. – EDN FOOKGT
2. Цветкова, Н. Н. Использование мяса индейки в производстве рубленых полуфабрикатов / Н. Н. Цветкова, В. Н. Писменская, Н. Н. Цветкова // Мясная индустрия. – 2010. – № 8. – С. 53-56. – EDN MVCQYJ
3. Халиуллина, З.М. Основные параметры процесса приготовления рубленых полуфабрикатов из индейки с включением гранолы / З. М. Халиуллина, А. А. Никитина, Л. Ф. Ханбикова, А. В. Логинова // Научная жизнь. – 2025. – Т. 20, № 2(140). – С. 429-434. – DOI 10.35679/1991-9476-2025-20-2-429-434. – EDN NMDKVW
4. Нұрғалиева, Б.А. ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ. / Б.А. Нұрғалиева, Ж.Х. Какимова, Г.О. Мирашева, Г.М. Байбалинова // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. - 2021 - (1(1)). - с. 34-36.
5. Бородин, Н.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯВ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ / Н.М. Бородин, А.Д. Тошев, А.С. Саломатов // «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» - 2019. - №5 (32). URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/16May2019/ISPOLZOVANIE%20NETRADICIONNOGO%20SYRYa%20V%20PROIZVODSTVE%20PRODUKTOV%20PITANIYa.pdf
6. Васильев, А.С. Технология производства, разработка рецептуры и оценка качества рубленых полуфабрикатов с добавлением растительного сырья / А.С. Васильев, Е.Н. Чумакова, С.В. Яковлева, Ю.Т. Фаринюк // Вестник КрасГАУ. - 2021. - №8 (173). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-razrabotka-retseptury-i-otsenka-kachestva-rublenyh-polufabrikatov-s-dobavleniem-rastitelnogo-syrya
7. ГОСТ 31936-2012 «ПОЛУФАБРИКАТЫ ИЗ МЯСА И ПИЩЕВЫХ СУБПРОДУКТОВ ПТИЦЫ» – М.: Стандартинформ, – 2019. – 23 с.

УДК 637.54:664.51:634.11:637.52

Юрмашева О.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФРУКТОВО-МЯСНЫХ КОМБИНАЦИЙ В КОНСЕРВАХ «ПЕРЕЦ ФАРШИРОВАННЫЙ»

Аннотация. Статья посвящена изучению эффективности использования растительных компонентов (яблок) в качестве частичной замены мясного фарша в консервах «Перец фаршированный». По результатам органолептической оценки было установлено, что опытный образец 3 (10 % яблок) получил наибольшую сумму баллов, такое решение снижает калорийность готового продукта, обогащает его пищевыми волокнами, витаминами и минералами, способствуя увеличению биологической ценности и пользы для здоровья потребителя.

Ключевые слова: консервы, перец фаршированный, яблоки, органолептические показатели, дегустационная оценка, растительный компонент.

Состояние здоровья человека значительно обусловливается качеством потребляемых продуктов питания. Одной из важнейших государственных задач выступает обеспечение населения полноценными, безопасными продуктами, отличающимися оптимально подобранным составом функциональных ингредиентов. Обогащение продуктов питания функциональными ингредиентами способствует укреплению здоровья населения и широко используется в международной практике. Поэтому современные тенденции здорового питания диктуют необходимость совершенствования рецептур традиционных продуктов питания, расширяя ассортимент и улучшая их функциональные и сенсорные характеристики.

Овощи и плоды отличаются высоким уровнем биологической ценности благодаря приятным органолептическим свойствам и наличию важных биоактивных соединений, усваиваемых организмом человека в доступной форме. Регулярное потребление свежих плодов помогает восполнить дефицит необходимых витаминов и минералов [1, 2]

Применение продуктов животного и растительного происхождения в одном блюде создает синергический эффект, поскольку оба компонента взаимно усиливают полезные свойства друг друга. Животные продукты снабжают организм полноценными белками, витаминами группы В, включая важный витамин В12, а также железом, кальцием, магнием и прочими жизненно важными элементами [3].

Растительная пища дополнительно обогащает рацион клетчаткой, антиоксидантами, полезными химическими соединениями и широким спектром минеральных веществ, повышая эффективность усвоения железа и улучшая абсорбцию кальция и магния [4]. Совместное использование животных и растительных продуктов увеличивает доступность макронутриентов и микронутриентов, снижая вероятность возникновения дефицита определенных веществ и способствуя нормальной работе всех органов и систем организма. Эта стратегия важна при создании специализированного питания, направленного на профилактику болезней, вызванных недостатком микроэлементов и витаминов, коррекцию нарушенного пищевого статуса и поддержание высокого уровня здоровья и трудоспособности населения [5].

Научные исследования показывают, что использование плодового сырья в сочетании с мясом способно обогатить продукцию различными витаминами, минералами и биологически активными веществами, повысить биодоступность ключевых нутриентов и придать новые вкусовые акценты [6]. Так, яблочный порошок богат биологически активными веществами, включая витамины группы В, витамин С, β-каротин, минеральные компоненты (калий, кальций, фосфор, медь, железо), полифенольные соединения (катехины, лейкоантоцианы), органические кислоты (яблочную, янтарную, лимонную), фенолкарбоновые кислоты (хлорогеновую, протокатехиновую, оротовую, никотиновую, галловую, кофейную), моносахариды (галактозу, фруктозу, маннозу, арабинозу), а также пектиновые вещества и пищевые волокна [7]. А применение свежих яблок в мясных изделиях «способствует увеличению влагоудерживающей способности», улучшая структуру готового продукта и его консистенцию [8]. Это подтверждает, что внедрение фруктово-мясных комбинаций открывает уникальные возможности для создания высокопитательных и вкусных продуктов, богатых биологически значимыми компонентами.

Именно поэтому современные производители всё чаще обращают внимание на такие комбинации, предлагая потребителям широкий ассортимент мясорастительных консервов и готовых блюд. Ведь современный российский рынок мясорастительных консервов, включающий категорию готовых блюд, находится на этапе интенсивного роста. Потребители активно осваиваются с возможностью приобретения готовой еды, которая нуждается лишь в разогреве перед подачей на стол. Ассортимент магазинов сегодня изобилует разнообразием готовых блюд, гарниров и салатных смесей. Представители отрасли утверждают, что появление готовых блюд произвело настоящую

революцию в гастрономическом поведении россиян и обещает большой потенциал для своего дальнейшего развития [9].

Таким образом, взаимодействие фруктово-мясных комбинаций в консервах «Перец фаршированный» остается актуальной темой научных исследований, направленных на создание нового поколения продуктов питания, ориентированных на потребности современного потребителя.

Поэтому целью нашего исследования было проведение сравнительной оценки опытных образцов консервов «Перец фаршированный» при частичной замене мясного фарша растительными компонентами в виде яблок.

В задачи исследования включались - разработка рецептуры опытных образцов фаршированных перцев с добавлением растительных компонентов (яблоки) и проведение органолептических качеств готового продукта.

Анализ готовой продукции проводился по пятибалльной шкале с оценкой таких органолептических характеристик, как внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах рисунок 1 и 2.

Рисунок 1 - Внешний вид готового изделия
(1 (0%) - контроль, 2 образец (5% яблок), 3 образец (10% яблок), 3 образец (15% яблок)

Проведенная дегустационная оценка выявила, что наибольшую суммарную оценку 24,9 баллов получил 3 образец с добавлением 10 % яблок. Образцы 2 и 4 в сумме набрали 21 и 20,4 балла, соответственно.

По внешнему виду, контрольный образец (1) и образец 3 получили по максимальной оценке - 5 баллов, так как в них плоды перца были целыми и с небольшими разрывами, только в местах фарширования, при этом мясной фарш (1 образец) и фарш + 10 % яблок (3 образец) были заполнены без комков. В образцах 2 и 4 количество баллов составило - 3,8 и 3,5 баллов, соответственно, что ниже образцов 1 и 3 на 1,2 и 1,5 балла.

Показатель консистенция выявил, что все образцы набрали в среднем от 4,3 до 5 баллов, где образец 3 получил 5 баллов, а образец 1 (контроль) - 4,7 балла. В образце 3 - перец был мягкий и не разваренный. Фарш, с сочетанием мяса и кусочков яблок - сочный, но не жесткий. Кусочки яблок были хорошо перемешаны с мясным фаршем.

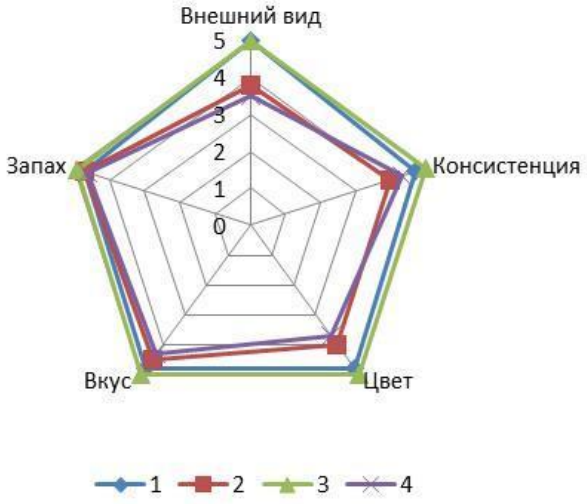


Рисунок 2 - Органолептические оценки опытных образцов
(1 - контроль, 2 - образец с яблоком 5%, 3 - образец с яблоком 10%, 3 - образец с яблоком 15%)

Минимальное количество баллов по консистенции набрал образец 4 (4,3), это на 0,7 баллов ниже 3 образца. Образец 2 в среднем набрал - 4 балла, что ниже образца 3 на 1 балл.

По цвету опытные образцы в среднем набрали от 3,7 до 5 баллов. Так 2 и 4 образцы набрали наименьшее число баллов по 4 и 3,7 балла, соответственно. Наибольшее количество баллов (5,0) получил образец 3, что выше на 0,2 балла контрольного образца, на 1 и 1,3 балла - образцов 2 и 4.

Вкус и запах по дегустационной оценке выявили, что наибольшее количество баллов набрал образец 3 (5 и 4,9 баллов), в нем вкус фарша обладал легким ароматом, свойственным яблоку. Во 2 и 4 образцах - количество баллов составило - вкус 4,5 и 4,3 баллов, а запах - 4,7 и 4,6 баллов, что ниже образца 3 по вкусу на 0,5 и 0,7 баллов, а по аромату на 0,2 и 0,3 балла, соответственно.

Данные наших опытных образцов показали, что консервы «Перец фаршированный» с частичной заменой мясного фарша на яблоки по органолептическим характеристикам соответствует ГОСТ 17472-2013 [10].

Пищевая и физиологическая ценность опытных образцов перца фаршированного мясом и яблоками сравнивалась с контрольным образцом (перец фаршированный мясом и рисом), где физико-химические исследования показали, что в опытных образцах снижается количество жира. Так, в образце 3, при замене 10% мяса яблоками в фаршированном перце снижается калорийность продукта на 15 ккал. Энергетическая ценность готового продукта составляет 460 ккал, что делает продукт менее калорийным, так же происходит снижение количество жиров и белков, но при этом компенсируется это увеличением содержания углеводов, пищевых волокон и витаминов. Готовый продукт подходит для диетического питания, вегетарианского меню и тех, кто стремится ограничить потребление жирных продуктов животного происхождения.

Таким образом, разработанная нами рецептура консервов «Перец фаршированный», где была произведена замена мясного фарша на яблоки, выявила, что опытный образец 3 (10 % яблок) обладает наилучшим качеством готового продукта, набрав по дегустационной оценке наибольшее количество баллов и снизив калорийность изделия.

Научный руководитель - Марьина-Чермных О.Г., д.б.н., профессор

Список литературы

1. Шарипова, Т. В. Разработка рецептур рубленых полуфабрикатов функционального назначения на основе мясорастительного сырья / Т. В. Шарипова, Н. М. Мандро // Вестник КрасГАУ. - 2012. - №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-retseptur-rublenyh-polufabrikatov-funktsionalnogo-naznacheniya-na-osnove-myasorastitelnogo-syrya
2. Кожинов, Г. А. Влияние различных видов круп на качества консервов "Перец фаршированный" / Г. А. Кожинов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2025. – С. 217-220. – EDN EETWNE.
3. Коновалов, К. Л. Пищевые вещества животного и растительного происхождения для здорового питания / К. Л. Коновалов, М. Т. Шулбаева, О. Н. Мусина // Пищевая промышленность. - 2008. - №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pischevye-veschestva-zhivotnogo-i-rastitelnogo-proishozhdeniya-dlya-zdorovogo-pitaniya
4. Коденцова, В. М. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения / В. М. Коденцова, А. В. Погожева, О. А. Громова, Е. В. Ших // Вопросы питания. - 2015. - №6. - с. 141-150. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vitaminno-mineralnye-kompleksy-v-pitanii-vzroslogo-naseleniya
5. Каухчешвили, Н.Э. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ РУБЛЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ / Н.Э. Каухчешвили, Н.Т. Донцова, Т.П. Ниценко, Н.Н. Машкова // Журнал Все о мясе. - 2019. - №1. - с. 30-34. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-rastitelnyh-produktov-povyshennoy-biologicheskoy-tsennosti-v-proizvodstve-bystrozamorozhennyh-myasorastitelnyh
6. Коденцова, В.М. Об обогащении пищевых продуктов витаминами / В.М. Коденцова // Вопросы питания. - 2016. - №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-obogaschenii-pischevyh-produktov-vitaminami
7. Лукин, А.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОК СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНОГО ПРОДУКТА / А.А. Лукин, Ю.А. Бец, Н.Л. Наумова // Ползуновский вестник. - 2021. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-ispolzovaniya-poroshka-iz-yablok-sublimatsionnoy-sushki-v-retsepture-myasnogo-produkta
8. Саркисова, В. И. Использование плодового сырья в производстве мясных рубленых изделий / В. И. Саркисова, М. П. Могильный // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 4(334). – С. 10-12. – EDN RBHINN.
9. Сметанина, Л. Б. Состояние рынка консервированных готовых блюд / Л. Б. Сметанина, А. Н. Захаров, И. Г. Анисимова, М. В. Сафонова // Журнал Все о мясе. - 2009. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rynka-konservirovannyh-gotovyh-blyud
10. ГОСТ 17472-2013 ГОЛУБЦЫ ИЛИ ПЕРЕЦ, ФАРШИРОВАННЫЕ МЯСОМ И РИСОМ. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов. - 2014. – 8 с.

УДК 636.086.1:636.085.19:632.4

Кузьмина Э.И., Кислицына Н.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РОЛЬ ГРИБА ASPERGILLUS NIGER В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПОТЕНЦИАЛ И РИСКИ

Аннотация. Гриб *Aspergillus niger* представляет собой сложный биообъект для сельскохозяйственной науки, так как он сочетает в себе свойства ценного биотехнологического агента, а также потенциально опасного патогена для растений, животных и человека. Являясь одним из наиболее распространенных сапротрофных грибов, он играет ключевую роль в деструкции органических остатков, но одновременно может вызывать заболевания сельскохозяйственных культур и контаминировать корма микотоксинами. В настоящей статье рассмотрены обе роли этого гриба: проанализированы риски, связанные с его токсиногенностью и патогенностью, а также обобщены современные данные о его применении в качестве биоудобрения, средства биоконтроля и продуцента полезных метаболитов.

Ключевые слова: aspergillus niger, микотоксин, биоконтроль, стимуляция роста растений, безопасность кормов, охратоксин А, фумонизины.

Aspergillus niger – нитевидный гриб-аскомицет, широко распространённый в различных экологических нишах: в почве, на растительных остатках, в воздухе и на продуктах питания. Этот гриб, известный как возбудитель «чёрной плесени», является одной из наиболее распространённых причин послеуборочного гниения овощей, фруктов, зерновых и других культур, приводя к значительным экономическим потерям во всём мире.

В 1917 году химик-пищевик Джеймс Карри опубликовал исследование, описывающее способность гриба биосинтезировать в сахарной среде большое количество лимонной кислоты, что послужило основой для зарождения биохимической промышленности. Долгое время *A. niger* рассматривался преимущественно как безопасный промышленный штамм. Однако накопленные данные о способности некоторых штаммов этого гриба синтезировать токсичные метаболиты заставили пересмотреть отношение к этому виду в целом.

Современная систематика рассматривает *A. niger* в составе сложного таксономического комплекса *Aspergillus section* Nigr (*A.niger* «aggregate»), что объясняет значительную фенотипическую и генотипическую вариабельность внутри вида. Это разнообразие напрямую связано с различиями в физиологических свойствах, включая патогенность и способность к токсинообразованию.

Несмотря на признанный статус безопасного промышленного штамма, отдельные изоляты *A. niger* способны синтезировать микотоксины, хотя и в крайне низких концентрациях. К ним относятся охратоксин А (ОА), фумонизины группы В (FB2, FB6) и эмодин. Исследования группы ученых из Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии подтверждают, что характер токсинообразования варьируется в зависимости от штамма и типа субстрата, что указывает на влияние компонентов среды на активность генетических кластеров, ответственных за синтез токсинов. Также они утверждают, что вклад *A. niger* в контаминацию зерновых кормов и сена вряд ли может считаться существенным из-за слабого потенциала продукции ОА и эмодина, а также небольшой доли активных продуцентов фумонизинов среди изученных культур [1].

Следует также отметить, что необходимая концентрация вещества для видимых изменений у различных живых организмов различается, например, в исследовании иракских учёных Ghafouri H. K., Alhamiri Y. N. было показано значительное влияние охратоксина А на аквакультуру, где из 1400 изолятов 9 были способны продуцировать охратоксин А, причем концентрация токсина варьировала от 35,9 до 80,9 мкг/кг. Скармливание контаминированного зерна рыбам привело к повышению их смертности до 10,8% (против 3,5% в контроле), где потеря массы тела от 13,7 до 27,2%. Анализ крови показал снижение уровня лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов, что свидетельствует о системном токсическом эффекте. Эти данные подчеркивают необходимость мониторинга токсигенных штаммов в кормопроизводстве [2].

Контаминация микотоксинами касается не только животноводческого и аквакультурного секторов сельского хозяйства, но также и растениеводческой отрасли. В базе данных CABI Plantwise Knowledge Bank выделено более 100 видов, для многих из которых *A. niger* является основным патогеном, из наиболее значимых культур можно выделить такие культуры как: луковичные, масличные, плодовые, овощные, зерновые, технические, тропические. Такая распространённость приводит к серьёзным экономическим потерям, причины которых кроются не только в токсилогической опасности некоторых штаммах *A. niger,* но также и в прямых потерях урожая в поле и потерях при хранении.

Как упоминалось раннее не все штаммы *A. niger* способны продуцировать микотоксины, что указывает на необходимость генотипирования *A. niger* и дальнейшего контроля токсичных штаммов. Например, в Нигерии при исследовании лука репчатого из 200 изолятов *A. niger* только у 11% были

обнаружены гены фумонизинов, и лишь 1,5% несли ген биосинтеза охратоксина А. Это указывает на значительную региональную вариабельность токсиногенного потенциала *A. niger* и необходимость разработки интегрированных систем защиты, включающих как агротехнические приёмы, так и мониторинг токсигенных штаммов, особенно в продукции, предназначенной для длительного хранения [3].

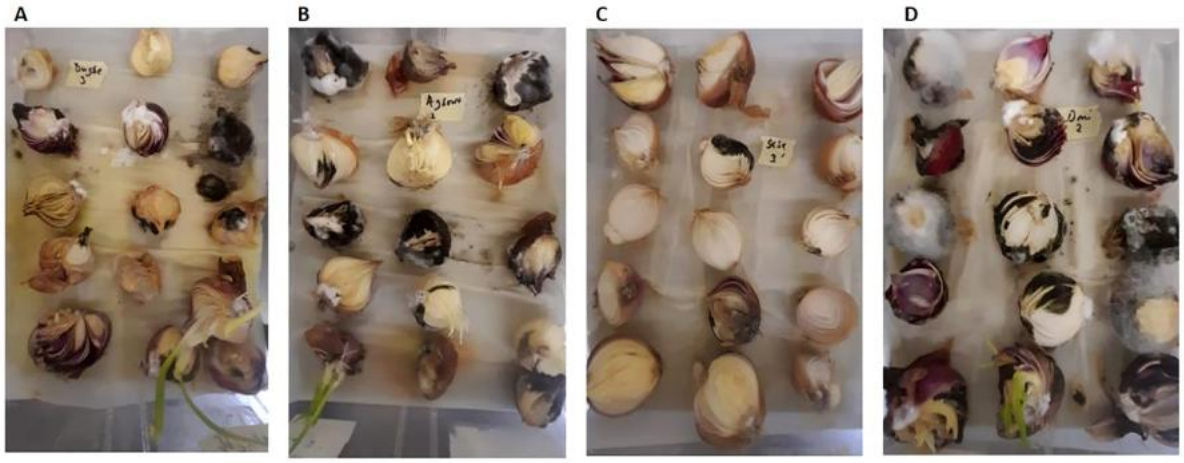


Рис.1 - Штаммы *A. niger*, выделенные из луковиц, взятых из разных мест через 8 дней после появления чёрной плесени. (A) Луковицы с рынка Дугбе. (B) Луковицы с рынка Агбово. (C) Луковицы с рынка Саса. (D) Луковицы с рынка Оми [4].

Несмотря на значительные экономические убытки, вызванные заболеваниями растений, и потенциальную способность некоторых штаммов продуцировать микотоксины, *A. niger* может выступать эффективным индуктором защитных реакций у растения *Solanum lycopersicum*. Данный гриб стимулирует активность ферментов, нейтрализующих патогены (например, пероксидазы и полифенолоксидазы), усиливает экспрессию ферментов, участвующих в синтезе защитного вещества лигнина и фитоалексинов (таких как фенилаланинаммиаклиаза и тирозинаммиаклиаза), а также вызывает качественные изменения состава защитных белков, проявляющиеся появлением новых изоформ [4].

При этом согласно данным Tejashwini P., Parashiva J., Santhosh C. R., Baker S., Satish S.изолят *Aspergillus niger* TC1 может показывать биоконтрольный потенциал против патогенных грибов *Rhizoctonia solani* и *Fusarium oxysporum,* обладая свойствами, стимулирующими рост растений, а также способен разлагать хлорпирифос – распространенный пестицид, загрязняющий почву и воду [5].

Таким образом, *Aspergillus niger* служит ярким примером микроорганизма с двойственной природой для сельского хозяйства. С одной стороны, он представляет опасность как растение-патогенный микроорганизм, способный вызвать серьёзные потери урожая как в поле, так и при хранении, а также загрязнять корма потенциально вредными микотоксинами, что обусловливает необходимость тщательного фитосанитарного контроля и регулярных мониторингов. С другой стороны, *A. niger* является мощным биотехнологическим ресурсом: нетоксикогенные штаммы могут эффективно применяться в роли биоудобрений, стимуляторов роста растений, агентов биологического контроля и компонентов кормов. Главная роль, которую играет этот гриб, определяется особенностями его генетического аппарата и условиями внешней среды, где важной задачей дальнейших исследований становится развитие надёжных методов идентификации токсигенных и экологически благоприятных штаммов и создание безопасных и высокоэффективных биопрепаратов на основе *A. niger* для поддержания устойчивости и повышения продуктивности сельского хозяйства.

Научный руководитель – Марьина-Чермных О.Г., д.б.н, профессор

Список литературы

1. Кононенко Г.П. Продуцирование охратоксина А, фумонизинов и эмодина у вида *Aspergillus niger* из кормовой продукции / Г.П. Кононенко, Е.А. Пирязева, А.А. Буркин, Е.В. Зотова // Сельскохозяйственная биология. - 2024. - Т. 59. - № 3. - С. 550-560. DOI: 10.15389/agrobiology.2024.3.550rus
2. Ghafouri H. K. Contamination of stored crop grains with *Aspergillus niger* fungi and production of the toxin Ochratoxin A and its negative impact when used as a feed for fish in Iraq / H. K. Ghafouri, Y. N. Alhamiri // Journal of Kerbala for Agricultural Sciences. – 2024. – Vol. 11, no. 4. – P. 108–128. – DOI: 10.59658/jkas.v11i4.2796.
3. Esuola C. O. Fumonisin and ochratoxin-producing strains of Aspergillus section Nigri are associated with onion (Allium cepa L.) bulbs sold in markets in southwest Nigeria / C. O. Esuola, A. Ortega-Beltran // Frontiers in Fungal Biology. – 2025. – Vol. 6. – Art. 1563824. – DOI: 10.3389/ffunb.2025.1563824.

4. Goswami S. *Aspergillus niger*, a dominant phylloplane coloniser, influences the activity of defense enzymes in *Solanum lycopersicum* / S. Goswami, P. K. Paul, P. D. Sharma // Polish Journal of Plant Protection. – 2019. – Т. 59, № 4. – С. 512–518. – DOI: 10.24425/jppr.2019.131265.
5. Tejashwini P. *Aspergillus niger* TC1 as multi-functional bioinoculant for biodegradation of chlorpyrifos, plant growth promotion and biocontrol of phytopathogens / P. Tejashwini, J. Parashiva, C. R. Santhosh, S. Baker, S. Satish // Biodegradation. – 2025. – Т. 36, № 4. – Ст. 74. – DOI: 10.1007/s10532-025-10174-w. – Исправление опубликовано в: Biodegradation. – 2025. – Т. 36, № 6. – Ст. 113. – DOI: 10.1007/s10532-025-10197-3.

УДК 635.64:635.075:632.937

Марьина-Чермных О.Г.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ ТОМАТА

Аннотация. В статье представлена урожайность томатов сорта Сибирский скороспелый в зависимости от применения биологического метода защиты растений. Установлено, что биологические препараты Биоагро-БФ, Ж и Псевдобактерин-2, Ж при замачивании семян и опрыскивании растений по вегетации показали наилучший результат, по сравнению с контролем прибавка урожайности составила от 6,07 до 9,72 кг/м м^2. Дегустационная и визуальная оценка плодов томата показала, что при применении биологических препаратов улучшился вкус плодов, а показатели сухого вещества выросли на 0,20-0,31 %, а и сахаров на 0,5-1 %.

Ключевые слова: томат, урожайность, биологический препарат, замачивание семян, опрыскивание посевов, качество плодов.

Овощеводство представляет собой важную отрасль сельского хозяйства, обеспечивающую население свежей продукцией и консервированными овощами круглый год. Объемы производства, удовлетворение спроса населения и снабжение переработчиков необходимыми ресурсами зависят от уровня развития и грамотного распределения овощеводческих хозяйств в стране. Для повышения эффективности отрасли важны наличие профессиональных кадров и доступность транспорта для транспортировки товаров потребителям [1].

Среди множества овощных культур особое внимание заслуживает томат (Solanum lycopersicum L.) - культура, обладающая высоким уровнем пищевой ценности благодаря содержанию углеводов, органических кислот, минералов и витаминов (например, каротина, группы В, С, РР, К и других). Уникальность томата заключается в возможности их круглогодичного выращивания как в открытом, так и закрытом грунте, обеспечивая потребителей свежими овощами вне зависимости от сезона. Однако одним из главных препятствий на пути достижения высоких урожаев выступает распространенное заболевание - фитофтороз, вызванное патогенными микроорганизмами (род *Phytophthora*). Болезнь фитофтороз способна снижать урожайность культуры в отдельные годы до 50%, достигая пика своего распространения примерно к середине августа [2].

Эффективное решение проблемы заболеваемости овощных культур лежит в применении биологически активных препаратов, используемых преимущественно для сохранения здоровья продуктов, предназначенных для потребления в сыром виде. Современные биопрепараты отличаются своей экологической чистотой и отсутствием негативных последствий для окружающей среды и конечной продукции. Такие средства включают полезные микроорганизмы (бактерии и грибы), эффективно интегрирующиеся в окружающую среду и укрепляющие её здоровье [3].

Основным индикатором успешного производства овощных культур является урожайность, определяемая множеством факторов. Помимо природных условий (почва, климат, влажность и температурный режим), важнейшую роль играют технологии землепользования, удобрения, техника возделывания и организационно-экономические условия [4]. Именно урожайность томатов становится критическим параметром для оценки эффективности примененных методов и технологий [5].

В связи с этим, целью нашего исследование является определение оптимальных биологических препаратов и способов их применения при выращивании в открытом грунте в условиях Республики Марий Эл.

Объектом исследования являлся сорт томата «Сибирский скороспелый», выращенный в открытом грунте. Данный сорт отличается от других сортов ранним и дружным созреванием плодов, высокой устойчивостью к болезням, включая табачную мозаику и бурую пятнистость, стабильно высокий уровень урожайности, отличные вкусовые качества и удобную форму у плодов [6]. Опыт двухфакторный, с систематическим расположением делянок. Изучаемые препараты: Биоагро-БФ, Ж (основа Bacillus pumilus, штамм 3-Б) и Псевдобактерин-2, Ж (основа Pseudomonas aureofaciens, штамм BS 1393).

Проведенные исследования выявили, рисунок 1, что предварительная обработка семян биологическими средствами и последующее опрыскивание растений по вегетации оказали положительное влияние на повышение урожайности томатов. Оценка урожайности культуры по вариантам опыта показала, что на фоне контроль (замачивание семян водой) вариант опрыскивание растений по вегетации биопрепаратом Биоагро-БФ увеличивает урожайность на 0,40 кг/м^2, а вариант с биопрепаратом Псевдобактерин-2 на 0,24 кг/м^2, по сравнению с контролем (вода). Следовательно, опрыскивание растений томата по вегетации способствует увеличению урожайности.

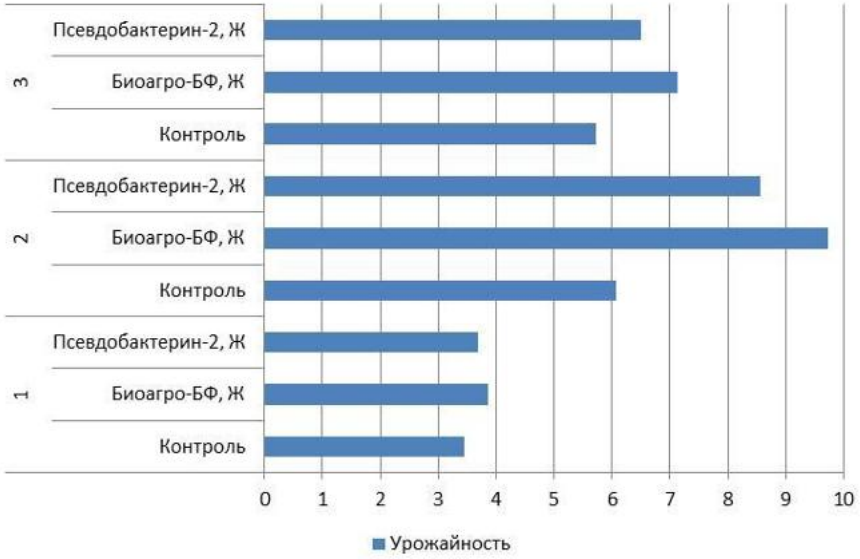


Рисунок 1 - Средняя урожайность (кг/м^2) томата сорта «Сибирский скороспелый» в зависимости от биологических препаратов и технологии защиты: 1 - Контроль; 2 - Биоагро-БФ, Ж; 3 - Псевдобактерин-2, Ж

Фон замачивание семян биологическим препаратом Биоагро-БФ показал наибольшую урожайность, особенно вариант, где опрыскивание растений так же проводился этим же репаратом (Биоагро-БФ), урожайность составила 9,72 кг/м^2, что на 6,27 кг/м^2 больше, чем в варианте без замачивания семян и обработки растений томата (контроль). В варианте, где при обработке растений применяли биопрепарат Псевдобактерин-2, урожайность томата выросла на 5,10 кг/м^2, а в контрольном варианте на 2,62 кг/м^2.

На фоне - замачивание семян биопрепаратом Псевдобактерин-2 - урожайность томата при опрыскивании растений по вегетации так же выросла во всех вариантах опыта, так в контроле на 5,73 кг/м^2; в варианте с Биоагро-БФ на 7,12 кг/м^2, а варианте с Псевдобактерин-2 на 6,51 кг/м^2. При этом урожайность на этом фоне ниже на 0,34-2,6 кг/м^2, чем на фоне где применяли биологический препарат Биоагро-БФ.

Качество плодов овощных культур представляет собой совокупность многочисленных характеристик, формирующихся под влиянием субстрата, удобрений, агротехнических приемов, сортов и гибридов растений, а также условий микроклимата. Эти факторы определяют содержание ключевых компонентов плодовой продукции, среди которых важное значение сухие вещества и сахара, играющие существенную роль в обеспечении энергетической ценности, пищевой полезности и вкусовых качеств овощных культур [7].

Проведенная дегустационная оценка качества плодов томата показала, что все плоды по пяти-балльной шкале получили от 3,8 до 5 баллов. Наибольшее положительное влияние по органолептической оценке плодов (внешний вид, вкус, консистенция) было отмечено практически во всех вариантах опыта с применением биологических препаратов. Качественные показатели плодов томатов (рис.2) выявили, что на накопление сухого вещества влиял биологический фон, где наблюдалось увеличение сухих веществ. Так на фоне замачивание семян биопрепаратом Псевдобактерин-2 высокие показатели были отмечены в вариантах с препаратами Псевдобактерин-2 и Биоагро-БФ, которые способствовали увеличению содержания сухих веществ по сравнению с контролем на 0,20-0,22 %, соответственно.

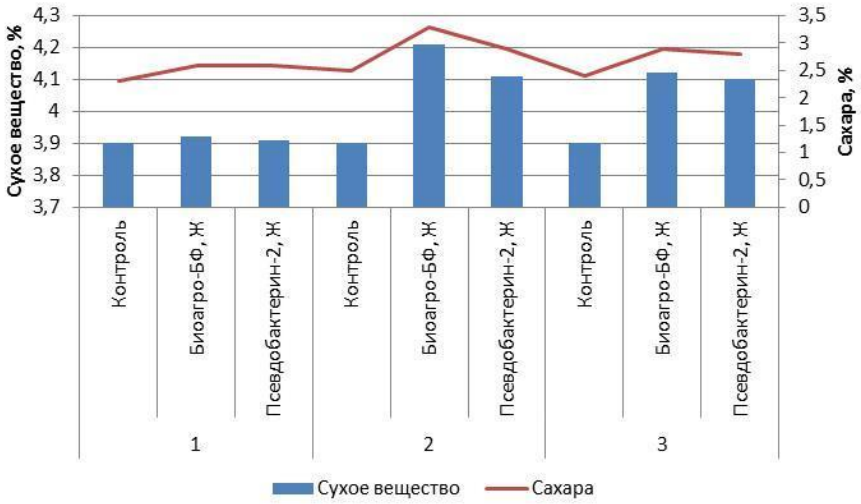


Рисунок 2 -Качественные показатели плодов томата сорта «Сибирский скороспелый» в зависимости от биологических препаратов и технологии защиты (1 - Контроль; 2 - Биоагро-БФ, Ж; 3 - Псевдобактерин-2, Ж)

Наибольший прирост сухих веществ в плодах томата наблюдался, где на биологическом фоне применялся препарат Биоагро-БФ, в вариантах с биопрепаратами (Псевдобактерин-2, Биоагро-БФ) показатель сухого вещества увеличился соответственно на 0,21-0,31 %.

При этом большую часть сухого вещества в плодах томата составляют сахара, что при применении биопрепаратов на разных биологических фонах, положительно повлияло на его содержание. В вариантах опыта на фоне с препаратом Псевдобактерин-2 и сочетании биопрепаратов Псевдобактерин-2 и Биоагро-БФ наблюдалось увеличение содержания сахаров по сравнению с контролем на 0,5-0,6 %,а на фоне с Биоагро-БФ количество сахаров в плодах увеличилось по отношению к контролю в среднем на 0,6-1,0 %, соответственно.

Таким образом, на фоне замачивание семян и опрыскивание растений по вегетации биологическими препаратами Биоагро-БФ и Псевдобактерин-2 способствует увеличению урожайности томатов в 1,8-2,8 раза и оказывает благоприятное влияние на биохимический состав плодов томата, способствуя значительному улучшению качественных показателей, таких как сухие вещества и сахара.

Список литературы

1. Закшевская, Е. В. Развитие овощеводства и рынка свежих овощей в России / Е. В. Закшевская, А. Н. Сурдин // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2024. – № 12(118). – С. 215-220. – DOI 10.33938/2412-215. – EDN DWSPAM.

2. Ефремов, Д. П. Томаты: основные направления использования в пищевой промышленности (Обзор) / Д.П. Ефремов, И.М. Жаркова, И. В. Плотникова, Д. С. Иванчиков, Н. В. Гизатова // Вестник ВГУИТ. - 2022. - №1 (91). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tomaty-osnovnye-napravleniya-ispolzovaniya-v-pischevoy-promyshlennosti-obzor

3. Сундет, Т. Р. Влияние биопрепаратов на здоровье почвы и сельскохозяйственную продукцию / Т. Р. Сундет // Почвоведение и агрохимия. - 2023. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biopreparatov-na-zdorovie-pochvy-i-selskohozyaystvennuyu-produktsiyu

4. Высоцкая, А.С. Резервы повышения эффективности производства продукции растениеводства/ А.С. Высоцкая, Е.В. Завгородняя // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. - 2018. - №8 (34). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rezervy-povysheniya-effektivnosti-proizvodstva-produktsii-rastenievodstva

5. Калмыкова, Е.В. Комплексные научные исследования ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности томата / Е.В. Калмыкова, А.А. Новиков, Н.Ю. Петров, О.В. Калмыкова // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. - 2019. - №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnye-nauchnye-issledovaniya-resursosberegayuschih-priemov-povysheniya-produktivnosti-tomata

6. Филимонова, В.Н. Влияние регуляторов роста атлет и циркон на рост и продуктивность растений томата сорта сибирский скороспелый / В.Н. Филимонова, В.В. Иванищев // Известия ТулГУ. Естественные науки. - 2021. - №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-regulyatorov-rosta-atlet-i-tsirkon-na-rost-i-produktivnost-rasteniy-tomata-sorta-sibirskiy-skorospelyy

7. Иванова, Е.А. Влияние биопрепаратов на урожайность томата в условиях защищенного грунта шестой световой зоны / Е.А. Иванова, М.В. Селиванова // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2014/article/2014007029

УДК 663.86.054.1

Кокушкина А.А., Еноктаева М.В.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

МИКРОВОДОРОСЛИ КАК ОБЪЕКТ БИОТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В данной статье рассмотрены микроводоросли, как многообещающий объект, который на протяжении десятилетий вызывают интерес благодаря их способности к быстрому росту и высокой продуктивности, а также универсальности в плане повышения ценности и использования для производства широкого спектра дорогостоящих биопродуктов.

Ключевые слова: микроводоросли, биопродукты, биотехнологии, нутрицевтика, биоэнергетика, биоремедиация.

Микроводоросли (одноклеточные или колониальные прокариоты и эукариоты) аккумулируют биомассу в процессе фотосинтеза, используя солнечную энергию, воду и углекислый газ. Их способность к росту в разнообразных условиях с доступом к свету и простым питательным веществам делает их широко распространёнными в природе.

Развитие биотехнологии микроводорослей открывает возможности для их применения в экологии и промышленности. Таксономическое разнообразие, адаптивность и высокая питательная ценность биомассы определяют перспективность этих организмов для биотехнологических процессов, способствующих устойчивому развитию.

Некоторые области применения микроводорослей в биотехнологии:

1.Фармацевтическая биотехнология: использование микроводорослей в синтезе лекарственных средств. Микроводоросли выступают в качестве природного биоресурса, содержащего полиненасыщенные жирные кислоты класса омега 3, которые находят применение в фармакотерапии сердечно сосудистых заболеваний, бронхиальной астмы, мигренозных головных болей, воспалительных артропатий и псориатических дерматозов. Кроме того, метаболическая активность микроводорослей обеспечивает биосинтез антиоксидантных соединений, антибактериальных веществ и ряда биологически активных токсинов.

2. Нутрицевтическое направление биотехнологического использования микроводорослей. Биомасса микроводорослей служит сырьём для экстракции биологически активных веществ, включая альгиновые кислоты, эфирные масла и комплексные экстракты, которые впоследствии используются в производстве нутрицевтиков — специализированных пищевых добавок, направленных на оптимизацию метаболических процессов и поддержание гомеостаза организма.

3. Микроводоросли в косметической биотехнологии. Экстракты, полученные из микроводорослей, внедряются в рецептуры косметических средств в качестве функциональных ингредиентов, обеспечивающих увлажнение, уплотнение дермального матрикса, регуляцию меланогенеза, стимуляцию регенеративных процессов и депигментацию кожных покровов.

4. Биоэнергетическое применение микроводорослей: производство биотоплива. Для реализации биотехнологических процессов получения биотоплива осуществляется целенаправленный отбор и культивирование штаммов микроводорослей, демонстрирующих высокую продуктивность липидного синтеза с локализацией жиров в цитоплазматическом компартменте клеток, что обеспечивает рентабельность последующего преобразования биомассы в биодизель.

5. Биоремедиация сточных вод с использованием микроводорослей. Способность микроводорослей к эффективной биосорбции ионов тяжёлых металлов открывает перспективы их применения в технологиях очистки промышленных и хозяйственно бытовых сточных вод, позволяя снизить концентрацию токсичных элементов до нормативных значений.

Контролируя условия роста микроводорослей, можно использовать их для производства определённых соединений, от жирных кислот до антиоксидантов, что способствует индустриализации по всему миру.

В условиях интенсивного развития современной биотехнологии особую актуальность приобретает разработка и внедрение инновационных методов культивирования микроводорослей, а также углублённое изучение их метаболитических профилей и кинетических характеристик биосинтетических процессов.

Культивирование микроводорослей по-прежнему сопряжено с рядом существенных технологических и экономических ограничений, среди которых можно выделить:

– высокую энергоёмкость процессов;

– чувствительность культур к изменениям параметров окружающей среды (интенсивность освещения, температура, pH, концентрация питательных веществ);

– риск контаминации посторонней микрофлорой;

– сложности масштабирования лабораторных результатов до промышленного уровня;

– относительно низкие удельные скорости роста и продуктивности в естественных условиях.

Значительный прогресс в преодолении указанных барьеров связан с развитием методов генетической модификации микроводорослей.

Современные инструменты геномного редактирования (в т.ч. CRISPR/Cas9) позволяют целенаправленно модифицировать метаболические пути, что открывает возможности для повышения устойчивости к стрессовым факторам, увеличения содержания целевых метаболитов (каротиноидов, полиненасыщенных жирных кислот, антиоксидантов), оптимизации эффективности фотосинтеза и углеродного метаболизма, а также снижения энергозатрат на культивирование.

Перспективным направлением дальнейших исследований является интеграция методов синтетической биологии, системной биотехнологии и математического моделирования для создания штаммов с заданными свойствами и оптимизации процессов культивирования на основе кинетических моделей роста и биосинтеза.

В этой статье представлен обзор биореакторов, применяемых для культивирования микроводорослей, с анализом их конструктивных особенностей и эффективности.

Важнейшим этапом любого биотехнологического проекта на базе микроводорослей является их культивирование.

Микроводоросли выращивают в открытых водоемах – естественных (прудах, озерах, бухтах) или искусственных (циркулярного или лоткового типов) в фотобиореакторах (ФБР).

Выращивание микроводорослей в открытых водоемах – более экономичный метод крупномасштабного биотехнологического производства. Он представляет пример экосистемной биотехнологии, когда успех производства во многом зависит от управления сложными взаимоотношениями между всеми компонентами создаваемой экосистемы.

В открытых культиваторах (рис. 1) выращивают только три вида водорослей (Chlorella, Dunaliella, Shirulina).

Рисунок 1 – Открытые культиваторы для микроводорослей

Открытые культиваторы состоят из кругообразных параллельных туннелей, расположенных на земле, в которых микроводоросли перемещаются с помощью колесной мешалки. В этих системах концентрация получаемой биомассы ≈0,14 кг * $м^{-3}$.

Недостатком является то, что в таких культиваторах трудно контролировать условия развития микроводорослей, так как возможно смешение с другими микроорганизмами.

Если осуществляется смешанное культивирование нескольких видов водорослей (например, хлореллы и сценедесмуса), то между их популяциями могут устанавливаться конкурентные отношения с вытеснением одного из видов или же развитие экосистемы ведет к их устойчивому сосуществованию.

Фотобиореактор (ФБР) (рис. 2) представляют контролируемую закрытую систему культивации, снижающую вероятность проникновения чужеродных микроорганизмов. Они подразделяются на:

– трубчатые - система прозрачных пластиковых или стеклянных трубок, позволяющая максимизировать интенсивность освещения;

– вертикальные колонного типа - стеклянная колонка с донной форсункой, подающей CO_2/воздух;

– плоские -тонкостенные полиэтиленовые мешки.

В ФБР микроводоросли могут развиваться при контролируемых условиях. Он снабжен источником света, позволяет добавить питательные вещества, контролировать интенсивность света, pH, температуру среды, обмен углекислого газа и кислорода, флотацию биомассы и световые циклы.

Рисунок 2 – Фотобиореактор для культивации микроводорослей

Реакторы состоят из ряда пластиковых или стеклянных параллельных горизонтальных (или вертикальных) труб, в которых перемещается среда обитания микроводорослей

В вертикальном биореакторе (рис. 3) среда обитания микроорганизмов течет между вертикальными пластиковыми двойными пластинами при регулировании кругового потока. КЖ впрыскивается и поток организуется с помощью насоса. В этих реакторах так же, как и фотобиореакторах, осуществляется дегазация для регулирования баланса между углекислым газом и кислородом.

Рисунок 3 – Вертикальный биореактор

Выход биомассы в ФБР значительно выше, нежели в открытых водоемах.

Процесс культивирования микроводорослей в рамках биотехнологических исследований завершается стадией выделения биомассы, для реализации которой применяются следующие методы сепарации:

– агрегирование - обработку ультразвуком или флоккулирующими агентами,

– флотацию - сбор биомассы в форме поверхностной пленки,

– центрифугирование или фильтрация, которая в случае малых клеток водорослей (размером порядка микрона) требует ультрафильтрационного оборудования.

Для удлинения срока годности биомассы, если она не используется немедленно ради отделения ценных продуктов (например, экстракции каротиноидов и иных пигментов, липидов, углеводородов и др.), прибегают к ее высушиванию (дегидратации) распылительной или лиофильной сушкой.

Усовершенствование конструкции фотобиореакторов обеспечит точный контроль ключевых параметров культивирования:

– спектрального состава и интенсивности светового потока;

– гидродинамических условий (перемешивание, массообмен);

– подачи и состава питательной среды;

– температурного режима;

– уровня растворённого CO_2 и O_2.

Такой подход позволит создать оптимальные условия для роста микроводорослей, что приведет к увеличению удельной скорости роста (μ), повышению конечной концентрации биомассы, улучшению выхода целевых метаболитов на единицу затраченных ресурсов, а также сокращению продолжительности производственного цикла.

Научный руководитель – Андержанова Н.Н., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Гринштейн, А. И. Основы фитоциологии./ А.И. Гринштейн — М.: Высшая школа, 2017. — 280 с.
2. Громов, Б. В. Биотехнология микроводорослей: учебное пособие / Б. В. Громов, О. С. Титова. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2018. – 245 с.
3. Кабиров, Р.Р., Биотехнологические аспекты использования микроскопических водорослей и цианобактерий / Р.Р. Кабиров Р.Р., Л.А. Гайсина, Н.В. Суханова, В.В. Краснова // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 7. С. 128-129;
4. Котюк, Л. В. Микроводоросли: биология, экология и применение / Л.В. Котюк, Л. В., А.С. Балдин — Санкт-Петербург: Наука, 2019. — 320 с.
5. Мюллер, Д. Биология микроводорослей и их практическое значение / Д. Мюллер, Ю.В. Иванова. — М.: Наука, 2021. — 350 с.
6. Фёдоров С. Н. Экология микроводорослей пресноводных экосистем / С.Н. Федоров. — Новосибирск: Наука, 2016. — 260 с.
7. Цоглин, Л. Н. Биотехнология микроводорослей / Л. Н. Цоглин, Е. Г. Прудникова. – Москва: Научный мир, 2017. – 328 с.

УДК 664.684.1:664.68

Ерофеева А.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУШЕНОЙ МОРКОВИ И ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ БАГЕТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С СЕМЕНАМИ

Аннотация. В работе рассмотрены результаты исследований по изучению влияния моркови сушеной и тыквы сублимированной в количестве 7 % к массе муки на показатели качества багета из пшеничной муки высшего сорта с добавлением семян льна, подсолнечника и овсяных хлопьев. Пробные выпечки произведены безопарным способом приготовления на закваске. Добавление моркови сушеной и тыквы сублимированной улучшает вкус багета.

Ключевые слова: багет из пшеничной муки высшего сорта, тесто на закваске, морковь сушеная, тыква сублимированная, семена подсолнечника, лен, овсяные хлопья, кунжут.

Здоровое питание требует наличия в рационе пищевых волокон, витаминов, микроэлементов и минеральных веществ. Добавление в хлебобулочные изделия полезных компонентов не только расширяет ассортимент продукции, но и дает возможность создавать виды изделий, нацеленных на поддержку и укрепление здоровья разных категорий потребителей [1].

Сушёная морковь отличается богатым составом: она богата каротином, пищевыми волокнами, калием, железом, фосфором, витамином С и фолиевой кислотой. Она включает сахара (около 15%), жирное масло (0,1–0,7%), азотистые вещества, минеральные соли, аспарагин, умбеллиферон, флавоноиды (до 0,3%) и ферменты (амилазу, инвертазу, протеазу, липазу, пероксидазу, каталазу). Среди пигментов присутствуют разные формы каротинов, фитоэна, фитофлуена, ликопина, а также важные витамины: провитамин А (6,25 мг%), витамины группы В (B_1 – 0,12-0,16 мг%, B_2 – до 0,05 мг%), витамин С (до 0,5 мг%), пантотеновая кислота (до 0,15 мг%), фолиевая кислота (0,1 мг%), ниацин (РР - 0,4 мг%). При сушке морковь сохраняет полезные свойства свежевыжатого корнеплода. Её главный компонент – бета-каротин, предшественник витамина А, улучшающий работу лёгких и особо полезный молодым женщинам. Регулярное употребление сушеной моркови укрепляет зрение благодаря содержанию ретинола, повышает общий уровень энергии, поддерживает иммунную систему и стимулирует регенерационные процессы в организме [2].

Исследования в области использования овсяных хлопьев в хлебопечении включают работы, изучающие влияние хлопьев на качество хлебобулочных изделий, разработку технологии производства с их добавлением и нормативные документы, регламентирующие применение овсяных хлопьев в хлебопечении. Так в работе Н.Г. Батура и Н.Н. Типсина исследована возможность использования зерновых хлопьев как физиологически функционального ингредиента в производстве хлебобулочных изделий. Установлено оптимальное сочетание дозировок овсяных хлопьев в рецептуре хлеба с целью улучшения качества, повышения пищевой ценности и расширения

ассортимента хлебобулочных изделий. Так же отмечено что крупяные хлопья не требуют долгого замачивания и дополнительного нагрева, это обуславливается их доступностью и простотой подготовки [3].

Изделия с добавлением тыквы содержат больше пищевых волокон, каротина, витамина С, минеральных веществ (калия, кальция, магния, железа и др.). Положительное влияние тыквы на качество хлебобулочных изделий отмечают и другие исследователи, но тыква в большинстве случаев добавляется в виде пюре [4]. Так в работе О.М. Шершнева и Р.И. Овчинникова исследована возможность использования тыквы как физиологически функционального ингредиента в производстве хлебобулочных изделий. Отмечается, что добавление тыквы способствует обогащению хлебобулочных изделий пищевыми волокнами, витаминами и микроэлементами. Введение в тесто 20% протертой тыквы способствует улучшению физико-химических показателей качества теста, а также увеличению выхода готовых изделий [5, 6, 7].

Семена льна могут служить дополнительным ингредиентом в составе хлебобулочных изделий. Молотые семена подходят для любого вида выпечки, поскольку отличаются способностью хорошо удерживать влагу.

Целью данного исследования является изучение влияния сушеной моркови и сублимированной тыквы, на показатели качества багета из пшеничной муки высшего сорта с добавлением семян льна, подсолнечника и овсяных хлопьев.

Исследование проводилось путем проведения пробных лабораторных выпечек с последующим анализом основных физико-химических и органолептических показателей качества. Исследования проводили в условиях производства ООО «Русь-Бейкери» в городе Йошкар-Ола.

Для эксперимента были выбраны следующие варианты:

1. Багет из пшеничной муки высшего сорта с семенами.

2. Багет из пшеничной муки высшего сорта с семенами с добавлением сушеной моркови в количестве 7% от массы муки.

3. Багет из пшеничной муки высшего сорта с семенами с добавлением сублимированной тыквы в количестве 7% от массы муки.

4. Багет из пшеничной муки высшего сорта с семенами, с добавлением тыквы 3,5 % и морковью 3,5 % от массы муки.

Тесто готовили безопарным способом на закваске. Состав сырья багета контрольного варианта был следующий: мука пшеничная высшего сорта – 100 кг, полуфабрикат закваска – 30,04 кг, соль – 2,25 кг, сахар -2,25 кг, мажимикс Крафт -1,05 кг, смесь хлебопекарная Фирменная – 30,04 кг, дрожжи прессованные – 4,51 кг, солод темный – 3,0 кг, вода – 62,7. Морковь измельченную сушеную, семена подсолнечника и семена льна добавляют при замесе теста. Муку просеивали перед замесом, морковь сушенную, семена льна и семена подсолнечника замачивают на 30 минут, соль использовали в виде раствора 25% концентрации. Тесто бродило в течении 120 минут, затем производили разделку, формовали тестовые заготовки, посыпали кунжутом, затем ставили в расстоечный шкаф на 35 минут и выпекали при температуре 270 ºС, с понижением до 240 ºС в течении 16 минут.

Тесто на всех варианта бродило активно. К концу брожения на всех вариантах тесто поднялось в два раза. На рисунке 1 представлены образцы иссследуемых вариантов, всего изображено пять единиц продукции, однако было создано четыре модификации. Дополнительное, пятое изделие предназначалось для марки «Русь-Бейкери».

На рисунке 1 приведен внешний вид тестовых заготовок перед посадкой в печь.

Рисунок 1 – Внешний вид тестовых заготовок после расстойки

Полученные результаты позволяют говорить, что изделия всех исследуемых вариантов имеют хорошие потребительские свойства. Качество хлеба оценивали по органолептическим и физико - химическим показателям. Форма изделия везде была овальная продолговатая, поверхность изделий контрольного варианта была не гладкой, заметны семена и частицы моркови. Мякиш у всех изделий был достаточно эластичный, пористость мелкая, равномерная. Все изделия имели приятный аромат с характерным запахом семян. Члены дегустационной комиссии отметили хороший вкус изделий с применением моркови сушеной и тыквы сублимированной. Более сладкий вкус отмечался у багета с добавлением сушеной моркови. Вкусным, более насыщенным отмечался хлеб с добавлением моркови. Общее мнение у всех дегустаторов было в том, что багет контрольного варианта без добавления моркови и тыквы тоже был хорошим на вкус.

Внесенные добавки оказали существенное влияние на вкусовые свойства хлеба. Органолептические показатели приведены в таблице.

Таблица – Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Варианты			
	Багет с семенами (контроль)	С семенами и морковью	С семенами и тыквой	С семенами, тыквой и морковью
Форма	Овальная			
Поверхность	Заметны семена	Заметны семена и слегка частицы моркови	Заметны семена	Заметны семена и слегка частицы моркови
Цвет	Золотистый, темно- коричневый			
Состояние мякиша	Достаточно эластичный	Эластичный	Достаточно эластичный	
Пористость	Мелкая, равномерная, со средней толщиной стенок	Мелкая, равномерная, со средней толщиной стенок		
Запах	Хлебный, с характерным запахом семян	Хлебный, с характерным запахом семян, и моркови	Хлебный, с характерным запахом семян	
Вкус	Выраженный свойственный данному изделию	Сладковатый, приятный вкус моркови	Приятный, хлебный слегка ощутимой горчинкой благодаря тыкве	Сладковатый и приятный благодаря моркови, с небольшим привкусом тыквы

Таким образом, выявлено, что добавление тыквы придает изделию слегка ощутимую горчинку. Морковь дает приятную сладость, а семена подсолнечника и льна, не дают особого вкуса.

Вид готовых изделий в разрезе показан на рисунке 2-5.

Рис 2 – багет с семенами (контроль)

Рис 3 – с семенами и морковью

Рис 4 - С семенами, морковью и тыквой

Рис 5 – с семенами и тыквой

Из рисунков 2-5 видно, что все изделия имеют хорошую развитую пористость, эластичный мякиш. Внесение в рецептуру тыквы сублимированной и моркови сушеной, не снижает физические свойства мякиша.

Таким образом, с целью улучшения вкусовых свойств, биологической ценности хлебобулочного изделия из пшеничной муки высшего сорта и расширения ассортимента, возможно использование в рецептуре багета из пшеничной муки высшего сорта с семенами сушеной моркови в количестве 7 % от массы муки, и смеси сушеной моркови и тыквы по 3,5 % от массы муки

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к. с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Скорик А. В. Значение производства функциональных и лечебно-профилактических хлебобулочных изделий // Индустрия хлебопечения. - 2012. - № 2. - С. 28–29.
2. Бильдина, Е.В Производство сушенной моркови / Е.В. Бильдина, Н.П. Лопаева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства сушенной моркови. – 2023.- №32.- С. 1-2.
3. Батура Н.Г. Влияние злаковых культур на качество хлебобулочных изделий / Н.Г. Батура, Н.Н. Типсина // Индустрия хлебопечения. - 2019. - № 12. - С. 174-175.
4. Мамаева, С.С. Использование тыквы в технологии пшеничного хлеба / С.С. Мамаева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 137-140.
5. Алексеева, В.В. Влияние пюре из тыквы на качество булочных изделий / В. В. Алексеева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 154-157.
6. Шершнева О.М. Использование тыквы в производстве хлебобулочных изделий / О.М. Шершнева, Р.И. Овчинникова // Индустрия хлебопечения. - 2016. - № 1. - С. 1-2.

УДК 664.691/694

Пидалина Е. В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МИФЫ О ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТАХ: ПРАВДА ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Аннотация. В статье развенчиваются распространённые мифы о пищевых концентратах на основе современных российских научных исследований. Автор опровергает представления о «сплошной химии» в составе таких продуктов, опасности всех добавок с индексом «Е», отсутствии пищевой ценности и несовместимости с здоровым и спортивным питанием.

Ключевые слова: пищевые концентраты, мифы о питании, пищевые добавки, индекс Е, сублимационная сушка, функциональные продукты, лечебно-профилактическое питание, натуральное сырьё, безопасность продуктов, качество питания.

Заблуждения о питании глубоко укоренились в современном обществе. Мы привыкли думать, что разнообразный рацион способен полностью покрыть потребности нашего организма в витаминах и минералах. Однако реальность показывает обратное: даже самые здоровые продукты теряют свою питательную ценность из-за методов обработки, хранения и выращивания. Миф о «достаточности питания» часто вводит нас в заблуждение, заставляя игнорировать сигналы организма о дефиците важных элементов.

Причин, по которым нам может не хватать определенных веществ, множество. Постоянный стресс, высокие физические и умственные нагрузки, загрязненная окружающая среда - все это истощает внутренние запасы витаминов и минералов. Добавьте сюда низкое качество современных продуктов, и становится понятно, почему организм часто оказывается в состоянии скрытого дефицита. Это может проявляться в усталости, ухудшении памяти, снижении иммунитета и других симптомах, которые мы склонны игнорировать или объяснять усталостью.

Добавки становятся естественным решением этой проблемы. Они представляют собой концентраты веществ, которые помогают восполнить пробелы в питании. Вопреки распространенному мнению, добавки - это не «таблетки здоровья», а продуманный инструмент, который поддерживает организм в условиях, когда обычное питание не справляется. Однако существует множество мифов о добавках, от их неэффективности до опасности для здоровья. На самом деле качественные добавки, особенно на основе натуральных экстрактов, проходят строгие проверки и обладают научно подтвержденным действием.

Пищевые концентраты прочно вошли в повседневный рацион современных людей. К ним относятся, например, лапша быстрого приготовления, сублимированные супы, пакетированные каши, сухие завтраки и кисели. Все эти продукты предварительно обрабатывают кулинарно и обезвоживают. Благодаря простоте приготовления, удобству хранения и доступной цене они завоевали популярность у самых разных категорий потребителей.

Вокруг пищевых концентратов сложилось немало устойчивых предубеждений. Часть потребителей убеждена, что такие продукты - лишь «сплошная химия», полностью лишённая питательных веществ. Некоторые, наоборот, считают их идеальным вариантом для здорового рациона. Кроме того, многие испытывают тревогу из-за пищевых добавок с маркировкой «Е», воспринимая их как очень опасные для здоровья.

Миф первый: «Пищевые концентраты - это «химия», в них нет ничего натурального». Многие верят, что пищевые концентраты производятся исключительно химическим путём и не содержат натуральных ингредиентов.

В монографии «Инновационные разработки пищевых концентратов» Е. А. Зайцева детально изучает состав концентратов вторых обеденных блюд и приходит к выводу, что их основу формируют привычные сельскохозяйственные культуры: зерновые, бобовые, а также овощи, фрукты, грибы, мясное и молочное сырьё [1].

Суть производственной технологии заключается не в подмене натурального сырья синтетикой, а в его консервации посредством обезвоживания — при этом максимально сохраняются изначальные свойства продукта. В процессе сушки удаляется лишь влага, тогда как белки, жиры, углеводы, витамины и минералы остаются в составе сырья [1].

В своей монографии «Разработка технологии и оценка потребительских свойств пищевых концентратов - сухие завтраки» Зайцева Е. А. и Иванова Т. Н. подробно анализируют производственные технологии и приходят к выводу: современные пищевые концентраты — это композиции из натуральных ингредиентов, подвергнутых физической либо ферментативной обработке [2].

Необходимо разграничивать два ключевых компонента: базовое сырьё (натуральные продукты, формирующие основу концентрата) и пищевые добавки (вещества, добавляемые в малых дозах для продления срока годности, улучшения вкусовых качеств или текстуры). Научные данные свидетельствуют: даже в продукции с маркировкой «полностью натуральная» содержание добавок редко выходит за пределы 1-3 % от общего веса [1]. Следовательно, тезис о том, что концентраты - это «сплошная химия», не имеет под собой реальных оснований.

Миф второй: «Все добавки с индексом «Е» опасны для здоровья». Несмотря на распространённое мнение о вреде компонентов с индексом «Е», научные данные демонстрируют, что такие опасения не имеют оснований.

Ермошин А., доцент кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий УрФУ, в интервью проанализировал механизмы формирования мифов о пищевых добавках. Он обратил внимание на случай с Е330: в СМИ её ошибочно назвали канцерогеном, тогда как это обычная лимонная кислота, участвующая в обмене веществ и широко распространённая в растительном мире. Ошибка возникла вследствие некорректного перевода научного термина. Ознакомившись со справочником, журналист увидел упоминание «цикла Кребса» в контексте метаболизма лимонной кислоты. Поскольку немецкое слово Krebs переводится как «рак», он ошибочно принял название реакции за «цикл рака», проигнорировав тот факт, что это фамилия первооткрывателя. Автор также обращает внимание на парадокс потребительского мышления. Люди полагают, что одна-две «ешки» в составе безопасны, а если их пять-десять - продукт покупать не стоит. Однако в состав обычного яблока входят антиоксиданты (Е300, 330, 334, 363, 375), консерванты (Е260, 270, 280, 296), красители (Е101, 140, 160а, 163, 181), загустители (Е440) и усилители вкуса (Е520) - всего более полутора десятков различных Е-компонентов. Они присутствуют в яблоке в естественном виде, и никого это не пугает. Хотя не каждая пищевая добавка абсолютно безопасна, многие компоненты с маркировкой

«Е» - это природные соединения, давно входящие в рацион человека. Страх перед индексом «Е» зачастую основан на стереотипах, а не на научных данных [3].

Миф третий: «Пищевые концентраты не имеют пищевой ценности». Многие убеждены, что в ходе производства пищевые концентраты лишаются полезных свойств и становятся лишь источником «пустых калорий».

Так ученые из НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии Л. Я. Корнева, И. С. Коптяева и А. А. Королев провели исследование о возможностях производства пищевых концентратов с лечебно-профилактическими свойствами. По их данным, в последние годы на рынке фиксируется стабильный рост спроса на диетическую и лечебно-профилактическую продукцию. Причина кроется в росте распространённости «болезней цивилизации» (диабета, ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний). В связи с этим потребители всё активнее выбирают продукты, которые не только насыщают, но и способствуют укреплению здоровья. По мнению авторов, производство пищевых концентратов обладает наибольшим потенциалом для выпуска лечебно-профилактических продуктов. Данная технология даёт возможность активно задействовать растительное сырьё, создавать разнообразные продуктовые комбинации, расширять линейку обеденных блюд и насыщать их биологически активными компонентами. Исследования позволили разработать технологии с применением ценных культур: топинамбура, стахиса и амаранта. В составе топинамбура выявлены: инулин (10-18 % растворимого полисахарида), азотистые вещества, минеральные элементы, витамины (включая до 35 мг% витамина С и витамины группы В), пектиновые соединения и пищевые волокна. Благодаря инулину и фруктозе топинамбур включён в рацион при нарушениях обмена веществ, ожирении, отложении солей и сахарном диабете. В составе стахиса присутствует тетрасахарид стахиоза, который благотворно влияет на углеводный и липидный обмен, способствует снижению артериального давления, а также уменьшает уровень глюкозы в крови на 40–60 %. Амарант, в свою очередь, отличается более высоким содержанием белка, аминокислот, витаминов, макро и микроэлементов по сравнению с традиционными растительными культурами [4].

Эти результаты исследований наглядно демонстрируют, что пищевые концентраты способны не просто сохранять пищевую ценность исходного сырья, но и приобретать новые полезные свойства, превращаясь в функциональные продукты питания.

Миф четвёртый: «Пищевые концентраты не подходят для здорового питания и спорта». В среде сторонников здорового образа жизни часто можно услышать, что пищевые концентраты не подходят для рациона спортсменов и тех, кто внимательно следит за питанием. Так в своих исследованиях Зайцева Е. А. и Ререкин К. А. изучают возможности расширения линейки пищевых концентратов с заранее определёнными характеристиками. Учёные особо подчёркивают значимость разработки продуктов функционального назначения, обогащённых витаминами и биологически активными веществами. Как отмечают исследователи, текущие технологические возможности позволяют разрабатывать концентраты, ориентированные на специфические запросы разных групп, например, спортсменов и людей с высокой физической активностью. Возможность точного дозирования питательных веществ и гибкого управления составом делает концентраты ценным инструментом для организации специализированного питания [5].

В итоге становится, очевидно, что утверждение о несовместимости концентратов и здорового образа жизни не имеет научных оснований. Ключевое значение имеют состав продукта и его функциональное предназначение. При этом научные данные показывают, что ключевые страхи многих потребителей, касающиеся пищевых концентратов, в значительной степени необоснованные или преувеличенные, но вместе с тем нельзя утверждать, что все продукты обладают одинаковым уровнем качества.

Согласно исследованиям, качество пищевых концентратов определяется двумя ключевыми факторами: ответственностью производителя и качеством исходного сырья. В связи с этим потребителю важно проявлять осознанность: тщательно изучать состав продукта, отдавать предпочтение надёжным брендам и не поддаваться на маркетинговые уловки.

Анализ научных источников позволяет сделать следующие выводы о пищевых концентратах: вопреки распространённому мнению, о том, что пищевые концентраты - это «химия», концентраты в основном состоят из натуральных ингредиентов, а доля добавок обычно не превышает 1-3 %; не все такие добавки с маркировкой «Е» вредны, многие из них встречаются и в природе. При этом важно их количество и индивидуальная переносимость человеком; современные технологии позволяют сохранять и даже усиливать полезные свойства продуктов, что подтверждается исследованиями лечебно-профилактических концентратов; совместимость со здоровым питанием, подтверждаются научными разработками, о возможности создания функциональных продуктов для разных групп потребителей.

Следовательно, пищевые концентраты являются современным и развивающимся сегментом нашего рынка, а при осознанном выборе и внимательном изучении их состава они могут быть полноценной частью здорового рациона человека.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. Ермошин А. В КАКОМ ПРОДУКТЕ БОЛЕЕ ПОЛУТОРА ДЕСЯТКОВ Е, РАССКАЗАЛ АЛЕКСАНДР ЕРМОШИН // Аргументы и факты - Урал. - 2021. - 25 марта. URL: https://ural.aif.ru/society/pishcha_dlya_razmyshleniy_uralskiy_uchyonyy_o_mifah_gmo_i_e_v_ede
2. Зайцева Е.А. ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ // Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева. - 2024. - 90 с. URL: https://oreluniver.ru/science/publications/monographs/innovatsionnye-razrabotki-pishchevykh-kontsentratov
3. Зайцева Е.А., Иванова Т.Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ - СУХИЕ ЗАВТРАКИ // Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева. - 2023. - 159 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_012346151/
4. Зайцева Е.А., Ререкин К.А. ПУТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ // Трансформация потребительского рынка в контексте приоритезации качества и безопасности товаров и услуг: материалы конференции. - Донецк: ДонНУЭТ. - 2022. - С. 68–73. URL: https://donnuet.edu.ua/conference-2022/materials/article-15
5. Корнева Л.Я., Коптяева И.С., Королев А.А. ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ ЛЕЧЕБНО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ // Пищевая промышленность. - 2007. - №5. - С. 22–25. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pischevye-kontsentraty-lechebno-profilakticheskogo-naznacheniya

УДК 637.038

Кожинов Г.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЯН КИНОА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В РОССИИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию применения семян киноа в производстве продуктов питания в России. Рассматриваются биологические и химические характеристики киноа, ее питательные свойства и влияние на здоровье человека. Особое внимание уделяется анализу современного состояния российского рынка киноа, практике внедрения семян в промышленное производство и перспективам дальнейшего развития отрасли. Приведены конкретные примеры использования киноа в хлебопекарной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности. Обозначены потенциальные барьеры и риски, связанные с введением новых ингредиентов в отечественное производство продуктов питания.

Ключевые слова: семена киноа, положительные эффекты, применение, хлеб табун, подготовка семян, пути расширения применения

Современные тенденции в области питания характеризуются повышенным интересом к здоровым и экологически чистым продуктам. Одним из таких продуктов являются семена киноа (*Chenopodium quinoa* Willd.), которые приобретают все большую популярность в мире и начинают активно проникать на российский рынок. Цель настоящей статьи - изучить возможности и перспективы использования семян киноа в отечественной пищевой промышленности, выявить существующие проблемы и предложить пути их решения.

Киноа - это псевдозерновая культура с высококачественным белком, однолетнее травянистое растение семейства маревых, родиной которого являются высокогорные районы Андского региона Южной Америки. Растение культивируется там уже около 5 тысяч лет и занимает важное место в традиционной кухне народов Анд [1]. Научное название растения – Chenopodium quinoa, однако оно часто упоминается под испанским названием «киноа».

Семена киноа представляют собой мелкие круглые зерна диаметром примерно 1,5–2 мм, обычно кремово-белого цвета, иногда встречаются красные и черные сорта. По внешнему виду семена напоминают гречневую крупу, однако отличаются значительно большей питательной ценностью.

Биохимический состав семян киноа характеризуется высоким содержанием белков (около 14-18 %), жиров (около 6–10 %) и углеводов (примерно 60–65 %). Важнейшей особенностью киноа является сбалансированное содержание незаменимых аминокислот, в частности лизина, метионина и триптофана, дефицит которых характерен для большинства злаковых культур. Киноа также является отличным источником пищевых волокон и фосфора.

Научные исследования подтверждают многочисленные положительные эффекты регулярного употребления киноа:

- Высокое содержание пищевых волокон нормализует работу желудочно-кишечного тракта, снижает уровень холестерина и сахара крови.

- Наличие антиоксидантов замедляет процессы старения клеток организма, защищает организм от окислительного стресса.

- Отсутствие глютена делает киноа безопасным продуктом для людей с целиакией и непереносимостью клейковины.

- Баланс макро- и микроэлементов способствует укреплению иммунной системы, улучшению метаболизма и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний [2].

С другой стороны, киноа содержит множество антипитательных соединений, таких как сапонины. Перед употреблением семян необходимо удалить сапонины. Большинство сапонинов киноа представляют собой полярные сапонины, растворимые в воде и имеют тенденцию вспениваться в водных растворах. Также присутствуют во внешнем слое гликозидных соединений. Эти соединения обладают фармакологическими свойствами, но придают зерну горький вкус, который необходимо уменьшить путем измельчения и/или промывки перед употреблением. Семена киноа можно классифицировать как сладкие (0,11% сапонинов) или горькие (>0,11% сапонинов) в зависимости от содержания сапонина в сорте. Все эти питательные и оздоровительные свойства сделают киноа потенциальным функциональным продуктом питания, который можно добавлять в различные пищевые продукты, и одним из этих продуктов является хлеб Табун.

Хлеб Табун - это лепешка, классифицируемая как однослойный хлеб. Зерновая мука, в частности пшеница, - самая популярная в мире обогащенная пища. Целью обогащения пшеничной муки является повышение пищевой и сенсорной ценности производимого хлеба. Одной из важных задач, которые следует учитывать, было снижение содержания сапонина в семенах киноа перед их использованием при приготовлении хлеба Табун. В частности, замена части муки, используемой при приготовлении хлеба Табун, мукой из киноа улучшит ее питательные и оздоровительные свойства, хотя и не окажет негативного влияния на ее сенсорные свойства [1].Увеличение биологической ценности пшеничного хлеба с добавкой муки киноа в количестве 20 % взамен пшеничной отмечают и другие исследователи. Отмечается повышение пищевой ценности за счет увеличения содержания белка, незаменимых аминокислот, пищевых волокон и эссенциальных жирных кислот [3].

Соблюдение рекомендаций по подготовке зерен киноа и корректировка режимов брожения позволяют изготавливать табун с киноа, который не только обладает превосходным вкусом, но также является ценным элементом здорового питания, отвечающим современным требованиям к рациону.

Кроме хлебобулочных изделий распространёнными формами использования киноа в российской пищевой индустрии являются:

- готовые завтраки и мюсли: гранола, хлопья и готовые завтраки с добавлением киноа завоевывают популярность среди молодых городских жителей.

- смеси для приготовления блюд быстрого приготовления: супы, каши, гарниры с киноа предлагаются производителями полуфабрикатов.

- кондитерские изделия: использование киноа в составе конфет, шоколада и энергетических батончиков расширяется благодаря привлекательному вкусу и полезным свойствам.

- так же киноа послужит отличной заменой мяса для вегетарианцев и будет полезна для людей, активно занимающихся спортом [4].

В литературе имеются исследования по применению семян киноа при производстве мясных полуфабрикатов. Как отмечают исследователи, включение киноа в состав котлетной массы способствует обогащению продукта пищевыми волокнами, легкоусвояемым магнием, макро- и микроэлементами, что делает его эффективной мерой в здоровом питании [5].

Как указывалось выше, эффективное применение киноа требует соблюдения ряда технологических рекомендаций:

- предварительная очистка семян от горьких сапонинов путём промывания и замачивания

- оптимальная температура тепловой обработки составляет 80-90 °С, что сохраняет максимальное количество ценных нутриентов

- хранение очищенных семян рекомендуется осуществлять в герметичных упаковках при температуре +10 - +15°С и относительной влажности воздуха не более 65%

- для предотвращения окисления жирных кислот рекомендуется добавлять натуральные антиоксиданты (витамин Е, экстракты розмарина, куркумин) [6].

Ферментированные пептиды киноа имеют высокий потенциал антиоксидантного, противовоспалительного, антидиабетического, антигипертензивного эффектов. Продукты с киноа в течение многих лет используются в питании детей раннего возраста в странах ЕС и США, показывая хорошую переносимость, что позволяет рекомендовать их к применению и в отечественной практике при организации детского питания. Безусловный интерес представляет обзор по продукту киноа, демонстрирующий широкие возможности использования культуры в питании различных групп населения, включая детское, а также в комплексе диетологических мероприятий [8] .

Киноа также используют как корм для животных в качестве зеленого корма для крупного рогатого скота, лошадей, свиней, а также для домашней птицы. С целью эффективного выращивания скота и птицы требуются высокие по качеству комбикорма. Они должны быть низки- ми по цене, чтобы не увеличивалась себестоимость произведенной продукции, но при этом наращивалось качество и количество комбикормов и сырьевой базы Таким новым альтернативным источником сырья могла бы стать киноа [6].

Обзор литературных источников показывает, что киноа широко выращивается и применяется во многих странах СНГ. Узбекистан изучает сорта киноа, из 12 сортов киноа только 5 сортов дают хороший урожай. Исламский банк развития ICBA организовал поддержку выращивания киноа в Кыргызстане и Таджикистане [4]. Несмотря на различные климатические условия, Россия включила киноа в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2017г.

По состоянию на начало 2026 г., российский рынок киноа демонстрирует устойчивый рост интереса со стороны потребителей и производителей продуктов питания. Согласно данным Росстата и отраслевых ассоциаций, объем продаж киноа ежегодно возрастает на 15-20 %. Однако доля киноа в общем объеме продовольственного рынка остается незначительной (<1%), вследствие низкой осведомленности потребителей и сравнительно высоких розничных цен.

Главными факторами роста спроса являются: повышение внимания россиян к вопросам здорового питания; расширение ассортимента специализированной продукции в супермаркетах и онлайн-магазинах; активизация информационной кампании производителей и дистрибьюторов.

Основные импортеры продукта являются Перу и Боливия, откуда поступает основная масса продукции на российский рынок. Российскими компаниями-производителями и дистрибуторами являются:

- ООО «АгроАльянс»: специализируется на поставках органических продуктов питания, включая киноа.

- Компания «Сибирская Ягода»: производит функциональные продукты на основе местных и зарубежных ингредиентов, включая киноа.

- Группа компаний «Фудлайн»: реализует широкую линейку продуктов питания премиум-класса, в том числе продукцию на основе киноа.

Семена киноа, используемые в пищевом производстве в России являются импортным товаром. Возможно, это обстоятельство является барьером широкого применения киноа у нас.

Ключевые препятствия для широкого распространения киноа связаны также с относительно высокой себестоимостью сырья, зависящей от мировых цен и курса валют и необходимостью модернизации технологического оборудования предприятий для эффективной переработки киноа.

Немаловажную роль играет недостаточная информированность потребителей о полезных свойствах продукта

Дальнейшее расширение присутствия киноа на российском рынке возможно посредством реализации следующих направлений:

- разработка рецептур специализированных продуктов для детей раннего возраста.

- создание линейки спортивных добавок и протеиновых коктейлей на основе киноа.

- производство замороженных полуфабрикатов и готовых блюд с киноа.

- формирование бренда национальных продуктов на основе киноа с учётом региональных особенностей России [7, 8].

Таким образом, проведённый анализ свидетельствует о значительных потенциальных возможностях использования семян киноа в российской пищевой промышленности. Киноа, традиционно культивируемая в Андах, постепенно завоёвывает позиции на российском рынке как функциональный продукт питания. Несмотря на имеющиеся трудности, постепенное формирование культуры здорового питания и повышение доступности качественной информации создают благоприятные предпосылки для устойчивого роста популярности киноа среди российских потребителей. Рост потребления киноа в России за последние 5-7 лет составляет 15–20% ежегодно, что обусловлено повышением осведомлённости населения о пользе здорового питания, распространением вегетарианских и безглютеновых диет, а также развитием фитнес-индустрии.

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к. с. - х. н., доцент

Список литературы

1. Coţovanu, I. Investigation of quinoa seeds fractions and their application in wheat bread production. / I. Coţovanu, M. Ungureanu-Iuga, S. Mironeasa // Plants, - 10(10), - 2021. DOI: 10.3390/plants10102150.

2. Меркулова, Н.Ю. Разработка рецептуры и исследование состава изделий с использованием муки из семян киноа. / Н.Ю. Меркулова, Д.С. Наливайко, С.Н. Новопашин //Хлебопродукты -, - 2015. №8 - с. 46-47.

3. Елисеева, Л.Г. Формирование показателей качества и пищевой ценности пшеничного хлеба с применением муки киноа. / Л.Г. Елисеева, Е.В. Жиркова, Д.С. Кокорина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, - 2019 - 2-3(368-369), - с. 35-38. DOI: 10.26297/0579-3009.2019.2-3.9. EDN WKYJCR.

4. Исматова, Ш.Н. Альтернативные источники сырья для производства кормовых продуктов. / Ш.Н. Исматова, И.Б. Исабаев, Х.Б. Эргашева // Universum: Технические науки, - 2019. - 12(69), - с. 18-23.

5. Папаева, С.В., Применение киноа в технологии мясных функциональных полуфабрикатов. / С.В. Папаева, Р.С. Александрова, К.А. Созонова// Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, - 2025 г, - с. 380-383.

6. Гриднева, Е.Е. Инновационная культура - киноа как альтернативный источник продуктов питания в Республике Казахстан. / Е.Е. Гриднева, Г.Ш. Калиакпарова, С.У. Абдибеков // Проблемы агрорынка, - 2023. - 3, - с. 131-140. DOI: 10.46666/2023-3.2708-9991.13. EDN QSXOUP.

7. Лимарева, Н.С. Разработка технологии функциональных продуктов на основе киноа. / Н.С. Лимарева, В.Б. Малахов, Т.В. Щедрина, // Материалы пула научно-практических конференций, 04-08 января 2025 г., Керчь, - 2025. - с. 376-378.
8. Пырьева, Е.А. Киноа - новый вид растительного сырья для производства продуктов питания для детей раннего возраста. / М.А. Гурченкова, Е.А. Нетунаева, И.Н. Скидан // Вопросы детской диетологии, - 2019 - 17(4), - с. 24-32. DOI: 10.20953/1727-5784-2019-4-24-32. EDN WWWGSC.

УДК 637.1 + 633.88

Лежнин К.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований по изучению влияния тыквенных семян на качество подового хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Новизна исследований заключалась в способе подготовки семян тыквы к замесу теста. Семена тыквы использовали в целом, измельченном и молотом виде в количестве 6,0 % от массы муки. Оптимальным вариантом, улучшающим физические свойства хлеба, является применение тыквенных семян в молотом виде. Вкусовые свойства наилучшие были при использовании тыквенных семян в целом виде.

Ключевые слова: хлеб подовый круглый, тыквенные семечки, органолептические показатели, дегустационная оценка, качество продукта, физико-химические показатели.

Питание – один из ключевых факторов внешней среды, определяющий состояние здоровья, работоспособность и качество жизни населения. В связи с этим научно-гигиеническая организация питания приобретает характер общегосударственной задачи, направленной на сохранение и укрепление здоровья нации. Особое значение в этом контексте имеет развитие направлений лечебно-профилактического питания, в частности — создание специализированных продуктов, способных корригировать метаболические нарушения и снижать риски развития хронических заболеваний [1].

В структуре питания хлебобулочные изделия занимают значительное место, что делает их перспективным объектом для обогащения и модификации с целью повышения пищевой и биологической ценности. Разрабатываются новые технологии производства диетических и функциональных сортов сдобных булочных изделий. Пищевая и биологическая ценность может быть улучшена разными добавками такими как: семена тыквы[2].

Тыквенные семечки лидируют по содержанию магния, который участвует в формировании костей, нормализует давление, успокаивающе действует на нервную систему и регулирует уровень сахара в крови, что снижает риск развития диабета. Это далеко не единственный микроэлемент в составе продукта. В семенах также много кремния, фосфора, железа, марганца, меди, хрома, цинка. Благодаря содержанию растительных веществ – фитостеролов – семечки тыквы снижают уровень плохого холестерина. Высокое содержание незаменимых жирных кислот благотворно действует на сердечно-сосудистую систему, препятствуя развитию атеросклероза [3].

Из витаминов в составе семян можно выделить витамин: К – он участвует в кроветворении, Е – отвечает за свертываемость крови и предотвращает образование тромбов, и РР – регулирует белковый обмен.

Кроме того, в семенах тыквы есть уникальная аминокислота кукурбитин, способная бороться с некоторыми видами паразитов [4].

Для того чтобы повысить пищевую ценность хлебобулочных изделий следует увеличить содержание белков, витаминов, минеральных соединений и пищевых волокон. Эта проблема регулируется по трем существенным показателям, таким как: использование традиционных видов животного и растительного белкового сырья, а так же концентрированных белковых продуктов в качестве усилителей; разумное использование всех питательных веществ сырья, содержащихся в нем от природы; применение новых источников белковых веществ, витаминов, микро- и макроэлементов, полученных микробиологическим и химическим синтезом [5]. Тыквенные семена используют и в производстве мучных кондитерских изделий. Установлено, что применение тыквенных семян в количестве 10,0 %–15,0 % к рецептурной массе пшеничной муки улучшает вкусовые качества, пищевую ценность изделия, при этом, не ухудшая физико-химических свойств овсяного печенья [6].

Для изготовления хлеба подового круглого с семенами тыквы мы выбрали 3 способа применения семян: целые семена, измельченные семена и молотые семена. Для приготовления хлеба подового коруглого мы выбрали унифицированную рецептуру с использованием: муки высшего сорта – 100 кг, сахара-песка –5 кг, растительного масла – 6 кг, соли – 1,5 кг, дрожжей хлебопекарных сухих – 1,0 кг, семян тыквы – 6 кг. Расчетное количество воды заменяли кефиром 2,5 % жирности.

Экспериментальные выпечки проводили по следующим вариантам: 1. Хлеб подовый из пшеничной муки высшего сорта по унифицированной рецептуре (контроль) 2. Хлеб подовый из пшеничной муки высшего сорта с добавлением в рецептуру хлеба целых семян тыквы в количестве 6,0 % от массы муки.3. Хлеб подовый из пшеничной муки высшего сорта с добавлением в рецептуру хлеба измельченных семян тыквы в количестве 6,0 % от массы муки.4. Хлеб подовый из пшеничной муки высшего сорта с добавлением в рецептуру хлеба молотых семян тыквы в количестве 6,0 % от массы муки. Семена использовали от голосемянной тыквы

Очищенные и подготовленные для каждого варианта семена тыквы мы добавили в тесто при замесе. Экспериментальные выпечки мы производили в 4 стадии: замес теста, формование, расстойка, выпекание.

В нашей работе мы замесили тесто при помощи тестомесильной установки, добавили в нее все виды сырья, заранее взвешенные, размешали каждый пробный вариант по отдельности. Затем мы приступили к формованию хлеба, это необходимо для придания аккуратной формы, которая влияет на структуру будущего хлеба. Во время формовки создают напряжение в глютеновой сетке, которая удерживает углекислый газ, выделяемый дрожжами. Чем равномернее и упруже эта сетка, тем выше и ровнее поднимется хлеб в духовке.

После расстойки проводили надрезку вручную. Профессионалы делают надрезы («разрезы») перед выпечкой, чтобы контролировать, где именно начнётся раскрытие корочки. Если форма неправильная, разрез может пойти не по линии, а сместиться, испортить внешний вид.

Неправильная формовка приводит к провалам: трещинам по бокам, спаданию после выпечки, неравномерному распределению пор или деформации формы.

На рисунке 1 показаны тестовые заготовки после формовки.

Рисунок 1 – Тестовые заготовки после формования

Очищенные семена тыквы мы добавляли в муку перед замесом. Для третьего варианта семена тыквы мы мелко измельчили ножом и добавляли в муку, для четвертого варианта мы тыквенные семечки размалывали в электрической мельнице и так же добавляли в муку перед замесом теста. Муку просевали перед замесом. Тесто бродило в течение 120 мин, затем проводили разделку, формовали тестовые заготовки округлой формы, затем ставили в расстоечный шкаф на 35 минут и выпекали при температуре 200 ^{o}C в течение 40 минут.

Тесто на всех вариантах бродило активно, чуть быстрее увеличивалось в объеме в варианте с молотыми семенами (вариант 4). К концу брожения на всех вариантах тесто увеличилось в объеме более чем в 2 раза, приобрело развитую пористо-сетчатую структуру. На рисунке 1 отчетливо видно, что в тестовых заготовках заметны все добавки: целые семена легко отличается зелеными вкраплениями, измельченные семена заметны зелеными включениями равномерно по всему тесту, тесто контрольного варианта и с добавлением молотых семян по цвету слегка отличались, но добавки слегка были заметны.

Полученные результаты позволяют говорить, что изделия всех исследуемых вариантов имеют хорошие потребительские свойства. Качество хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям. Форма изделий на всех вариантах была округлая, поверхность изделий контрольного варианта была гладкая и в различной степени заметными темными вкраплениями в вариантах с семенами. Мякиш у всех изделий был эластичный, пористость развитая. Внесенные добавки оказали существенное влияние на вкусовые свойства хлеба. Органолептические показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Варианты			
	Контроль	Целые семена	Измельченные семена	Молотые семена
Форма	Достаточно симметричная относительно верхней корки	Недостаточно выраженная выпуклость верхней корки, незначительно несимметрично относительно верхней корки	Достаточно симметричная относительно верхней корки	Симметричная с заметно выпуклой коркой
Поверхность	Достаточно гладкая, глянцевая	Достаточно гладкая, глянцевая	Шероховатая, со слабым глянцем, с некрупными надрывами	Гладкая, без трещин и надрывов, глянцевая
Цвет	Равномерный, светло-коричневый	Равномерный, светло-коричневый	Равномерный, светло-коричневый	Равномерный, светло-коричневый
Состояние мякиша	Очень мягкий, эластичный	Мягкий, эластичный	Очень мягкий, эластичный	Очень мягкий, самый эластичный
Пористость	Достаточно развитая и равномерная, поры средние	Хорошо развитая и равномерная, поры мелкие	Достаточно развитая и равномерная, поры средние	Достаточно развитая и равномерная, поры мелкие
Запах	Выраженный, характерный для данного вида изделия	Выраженный, характерный для данного вида изделия. с легка ощутимым запахом тыквенных семян, без постороннего запаха		
Вкус	Выраженный характерный для данного вида продукта	Интенсивно выраженный, отмечается яркий вкус семян при разжевывании	Отмечается слегка выраженный вкус семян тыквы при разжевывании	Выраженный, приятный слегка ощутимым вкусом семян тыквы

В отличие от контрольного варианта при добавлении тыквенных семечек в любом виде изделия приобретают приятный, не раздражающий запах и вкус. При внесении целых семян отмечается яркий вкус семян, когда при разжевывании семена тыквы попадают под зуб. При использовании измельченных и молотых семян вкус был менее выраженный. Члены дегустационной комиссии с приятным удивлением отметили хороший вкус изделий с применением целых и молотых семян тыквы. В варианте с молотыми семенами тесто интенсивнее бродило и быстрее набирало объем, и мякиш хлеба был самый эластичный по сравнению с другими вариантами. Это проявляется и при анализе физико-химических показателей, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические показатели готового изделия

Показатели	Контроль	Целые семена	Измельченные семена	Молотые семена
Пористость,%	65	65,8	65,4	70,3
Кислотность, ^{o}Н	3,0	3,2	3,4	3,5
Влажность, %	36,8	39,0	39,6	39,4

К концу брожения кислотность теста на исследуемых вариантах с применением семян тыквы на 0,2 – 0,5 ^{o}Н была выше контрольного варианта. На контроле кислотность хлеба подового составила 3^{o}Н, от добавления целых семян увеличилась на 0,2^{o}, от измельченных семян – на 0,4 ^{o}, от молотых – на 0,5^{o}. максимальная кислотность была в образце с молотыми семенами. Показатель кислотности существенно влияет на вкусовые свойства хлеба.

Влажность хлеба с использованием целых и молотых семян была больше влажности изделий контрольного варианта на 2,2 и 2,6%, а при добавлении в рецептуру измельченных семян влажность превышала на 2,8 % данного показателя контрольного варианта.

Как отмечалось выше, мякиш хлеба был эластичный на всех вариантах. Это очевидно и по значениям пористости. Пористость изделий с применением целых и измельченных семян на 0,4 – 0,8 % была выше изделий контрольного варианта. Намного выше, на 5,3 % по сравнению с контролем отмечалась пористость у изделий с молотыми семенами. Вид готовых изделий в разрезе показан на рисунке 2.

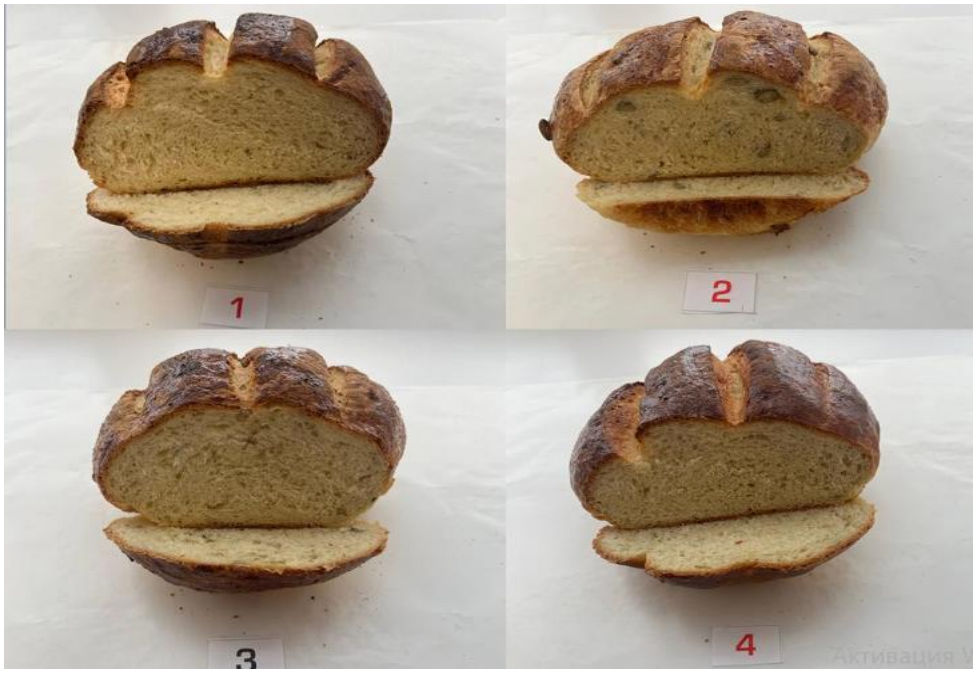


Рисунок 2 – Хлеб подовый круглый с добавлением семян тыквы

Из рисунка 2 мы видим, что мякиш эластичный и пористость развита. Внесение семян тыквы в рецептуру хлеба подового из пшеничной муки высшего сорта в любом виде не снижает физические свойства мякиша.

Таким образом, с целью улучшения вкусовых свойств, биологической ценности хлебобулочного изделия из пшеничной муки высшего сорта и расширения ассортимента, возможно использование в рецептуре хлеба подового из пшеничной муки высшего сорта семена тыквы в целом и молотом виде.

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к. с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Popa M. E. Trends of innovation in bread and bakery production / M. E. Popa // Food and Environment Safety Journal. – 2016. – Vol. 15, № 3. – P. 225–230.
2. Икрами М.Б. Перспективы использования семян тыквы в хлебопечении и производстве мучных кондитерских изделий / М. Б. Икрами, М. Б. Шарипова, Х. Ф. Абдуллоева, М. Ш. Самадова // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. – № 4-1(51). – С. 55-59.
3. Вершинина, О. Л. Использование шрота из семян тыквы в хлебопечении / О. Л. Вершинина, Е. С. Милованова, И. М. Кучерявенко // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 1(12). – С. 18-20.
4. Новикова, О. А. Использование вторичных сырьевых ресурсов при производстве хлебобулочных изделий / О. А. Новикова, О. В. Смоленкова // Биологизация и биоэкономика АПК: вызовы и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, - 2025. – С. 355-359.
5. Разработка технологии мучных изделий повышенной пищевой ценности для предприятий общественного питания / Е. В. Белокурова, Я. П. Коломникова, С. А. Солохин, Е. В. Литвинова // Хлебопродукты. – 2015. – № 1. – С. 56-58. – EDN TEMTRD.
6. Грязина, Ф. И. Влияние семян тыквы на качество овсяного печенья / Ф. И. Грязина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 172-176.

УДК 664.6:664.68

Матвеева Н.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГИИ БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье изложены результаты исследования по применению семян кунжута, мака, подсолнечника и арахиса в рецептуре бараночных изделий. Проведены эксперименты по изучению влияния вида и количества семян на показатели качества сушек. Полученные результаты показали, что добавление семян масличных культур способствует улучшению вкусовых характеристик и повышению пищевой ценности. Оптимальные вкусовые свойства были отмечены у изделий с применением семян кунжута.

Ключевые слова: сушки, мак, кунжут, арахис, подсолнечник, органолептические показатели, физико-химические показатели, влажность, кислотность, коэффициент набухаемости,

С каждым годом растет ассортимент хлебобулочных изделий, и потребители уделяют все больше внимания не только их вкусовым качествам, но и питательной ценности. В современном хлебопечении особое место занимает внедрение натуральных добавок, обогащающих изделия витаминами, минералами и пищевыми волокнами [1]. Для обогащения продуктов полезными веществами в пищевой промышленности используется ряд натуральных добавок, таких как зерновое, плодово-ягодное и овощное сырье, а также листья и экстракты из растений [2]. Внедрение семян масличных культур – такие как кунжут, мак, подсолнечник и арахис – позволяет значительно повысить биологическую ценность продукции, а также улучшить ее органолептические свойства [3].

Использование семян масличных культур способствует насыщению бараночных изделий белками, микроэлементами, что важно для формировании полноценного рациона современного человека [4]. Так, в исследованиях отечественных ученых отмечается, что добавление 5-10% семян масличных культур в тесто не только увеличивает пищевую ценность, но и улучшает структуру и вкус изделия. В частности, семена кунжута богаты кальцием, железом и магнием, витамином Е, что способствует укреплению костей и кровеносных сосудов. Мак содержит большое количество антиоксидантов, калия и кальция, что положительно влияет на работу сердечно-сосудистой системы и нормализацию обменных процессов. Арахис и подсолнечник богаты полиненасыщенными жирными кислотами и витаминами В и Е, повышая энергетическую ценность продукции и обладая противовоспалительным эффектом [5].

Целью исследования является изучение влияния семян масличных культур на качество сушек из пшеничной муки высшего сорта.

Все экспериментальные исследования по выпечке сушек и определению показателей качества проводились в лаборатории технологии переработки и экспертизы продуктов и механизации сельскохозяйственных производств аграрно-технологического института ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Экспериментальные исследования проводились по следующим вариантам:

1. Сушки с добавлением семян подсолнечника.
2. Сушки с добавлением семян мака (контроль)
3. Сушки с добавлением семян кунжута.
4. Сушки с добавлением семян арахиса.

Использовали безопарный способ приготовления теста. В состав контрольного варианта входили следующие ингредиенты: мука пшеничная высшего сорта – 100 кг, дрожжи прессованные – 1,0 кг, соль – 1,0 кг, сахар-песок – 10,0 кг, масло сливочное – 5,0 кг, масло растительное – 2,0 кг.

Семена подготавливали следующим образом. Подсолнечник и арахис очистили от шелухи, подсушили и мелко измельчили. Семена мака и кунжута добавляли целыми.

Семена всех используемых масличных культур добавляли при замесе теста в количестве 5 % от массы муки. Замес теста начинают с активации прессованных хлебопекарных дрожжей, приготовления солевого и сахарного раствора. Сливочное масло использовали в размягченном виде. Все сырье перемешивали и затем добавляли расчетное количество муки и замешивали тесто. Натирку теста проводят для придания тесту однородной структуры. Тесто проминают. Тесто бродило в течение 60 минут в состоянии покоя.

Из выбродившего теста формируют тестовые заготовки в виде кольца массой, представленные на рисунке 1.

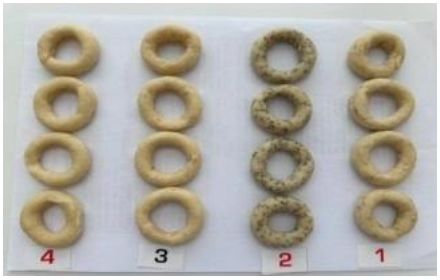


Рисунок 1 – Сформированные тестовые заготовки: 1.Сушки с добавлением семян подсолнечника;2. Сушки с добавлением семян мака; 3.Сушки с добавлением семян кунжута; 4.Сушки с добавлением семян арахиса.

Далее тестовые заготовки обваривали в емкости при температуре 92-95 °С в течение 60-90 секунд, после обварки сушки обсушивали. Выпечку изделий производили в течение 10-15 минут при температуре 200-210 °С.

После брожения теста определяли влажность и кислотность, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические показатели теста

Показатели	Мак (контроль)	Кунжут	Арахис	Подсолнечник
Влажность теста, %	30,4	29,7	30,4	30,2
Кислотность теста, °Н	2,1	2,2	2,4	2,4

По данным таблицы 1 можно отметить небольшую тенденцию снижения влажности при использовании семян кунжута и подсолнечника по сравнению с контролем. Более существенное снижение на 0,9 % отмечается в тесте с добавлением кунжута. Снижение влажности в связи с применением семян масличных культур не изменило пластичности теста. Кислотность теста к концу брожения на исследуемых вариантах на 0,1 – 0,3 °Н была выше контрольного варианта. Очевидно, семена масличных культур, особенно арахиса и подсолнечника благоприятно влияют на процессы брожения.

После остывания сушек определяли физико-химические свойства готовых изделий. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические показатели готового изделия

Показатели	Мак (контроль)	Кунжут	Арахис	Подсолнечник
Коэффициент набухаемости	2,2	2,2	2,2	2,2
Влажность, %	12,1	12,8	12,6	13,4
Кислотность, °Н	2,0	2,1	2,0	2,2

Из таблицы 2 можно увидеть, что при добавлении семян мака происходит наибольшее снижение влажности сушек, в этом варианте влажность на 0,9 % была ниже по сравнению с другими вариантами. При добавлении семян кунжута, арахиса и семян подсолнечника влажность сушек была выше на 0,5 -1,3 % по сравнению с контрольным вариантом. Применение семян подсолнечника привело к увеличению влажности на 0,4 %, что допускается требованиями стандарта.

Кислотность изделий при использовании семян кунжута и подсолнечника на 0,1 – 0,2 °Н была выше сушек контрольного варианта

В таблице 3 приведены органолептические показатели готовых изделий по вариантам исследований.

Таблица 3 - Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Мак (контроль)	Кунжут	Арахис	Подсолнечник
Цвет корки	Коричневый, без подгорелости	Коричневый, без подгорелости	Коричневый, без подгорелости	Коричневый, без подгорелости
Поверхность	Гладкая, Глянцевая, Хорошо заметен мак	Гладкая, Глянцевая, Хорошо заметен кунжут	Гладкая, Глянцевая	Гладкая, Глянцевая
Аромат	Соответствующий данному изделию,	Соответствующий данному изделию,	Соответствующий данному изделию,	Соответствующий данному изделию,

	с характерным запахом мака	с характерным запахом кунжута	с характерным запахом арахиса	с характерным запахом подсолнечника
Внутреннее состояние	Разрыхленные, пропеченные, без признаков непромеса	Разрыхленные, пропеченные, без признаков непромеса	Разрыхленные, пропеченные, без признаков непромеса	Разрыхленные, пропеченные, без признаков непромеса
Вкус	Ярко-выраженный вкус мака	Ярко-выраженный вкус кунжута	Слегка чувствуется вкус арахиса	Слегка чувствуется вкус подсолнечника

По органолептическому методу можно оценить внешний вид, запах, вкус, цвет и текстуру продукта. В вариантах с применением целых семян поверхность сушек была глянцевая с заметными семенами мака и кунжуту. Семена подсолнечника и арахиса были мелко измельчены перед замесом теста, поэтому на поверхности изделий их незаметно. На вкусовые свойства оказали влияние все добавки. Многим членам дегустационной комиссии понравились сушки с добавлением семян кунжута, вкус был ярко-выраженный по сравнению с семенами арахиса и подсолнечника.

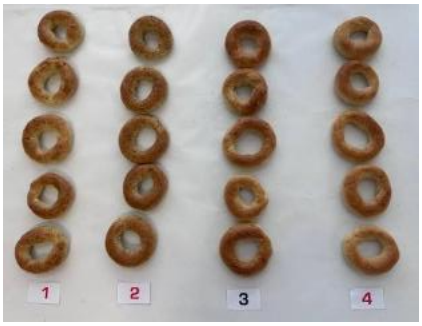


Рисунок 2 – Готовые изделия: 1.Сушки с добавлением семян подсолнечника; 2. Сушки с добавлением семян мака; 3.Сушки с добавлением семян кунжута; 4.Сушки с добавлением семян арахиса.

Органолептические показатели бараночных хлебобулочных изделий соответствуют требованиям ГОСТ 32124-2013 «Изделия хлебобулочные бараночные. Общие технические условия» (рис.2) [6].

Таким образом, исследование показало положительное влияние добавления семян масличных культур (кунжута, мака, подсолнечника и арахиса) на качество сушек из пшеничной муки высшего сорта. Добавление семян улучшило органолептические характеристики, повысило пищевую ценность и обогатило продукцию необходимыми нутриентами. Наибольшее улучшение вкуса отмечено при добавлении семян кунжута. Показано, что применение семян масличных культур целесообразно для повышения биологической ценности и улучшения потребительских свойств хлебобулочной продукции пониженной влажности.

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к. с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Грязина Ф.И. Применение натуральных обогатителей и технологии хлебобулочных изделий пониженной кислотности / Ф.И. Грязина, О.А. Данилова, Т.Н. Емельянова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 2 (6). – С.15-19.
2. Шамарина, Е. И. Способы применения тыквы в технологии бараночных изделий / Е. И. Шамарина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2024. – С. 229-233.
3. Пчелинцева О.Н. Значение пищевых добавок в бараночных и сухарных изделиях. / О.Н. Пчелинцева, Е.А. Сарафанкина, А.С. Конкина // В сборнике: Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 72-77
4. Ямбулатова М.А. Способ улучшения пищевой ценности хлебобулочных изделий повышенной влажности. / М.А. Ямбулатова // В сборнике: Теоретические и практические аспекты развития современной науки. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. - 2017. - С. 67-72.

5. Ямбулатова М.А. Влияние семян арахиса и подсолнечника на технологические характеристики и пищевую ценность бараночных изделий. / М.А. Ямбулатова, А.В. Иванова // Журнал «Хлебопекарная промышленность», - 2023, - №2, - с. 31-36.
6. ГОСТ 32124-2013 «Изделия хлебобулочные бараночные. Общие технические условия» – М.: Стандартинформ, – 2014. – 21 с.

УДК 664.66.667

Петрова А.А., Кожинов Г.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЧМЕННОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований применения ячменной муки в рецептуре заварных пряников. Ячменная мука существенно превышает пшеничную муку высшего сорта по содержанию β-глюкана и богата полноценными белками. Экспериментальными исследованиями установлена оптимальная дозировка ячменной муки в количестве 50 % от массы пшеничной муки высшего сорта в рецептуре заварных пряников. При этом заварка готовится на ячменной муке. В результате применения ячменной муки улучшаются вкусовые свойства пряников, повышается намокаемость, уменьшается плотность изделий

Ключевые слова: ячменная мука, пшеничная мука высшего сорта, заварные пряники, органолептические показатели, намокаемость, плотность

В последние десятилетия в мире значительно увеличилось количество исследований в области применения ячменя и продуктов его переработки в пищевой промышленности [1, 2]. Повышенный интерес к ячменю связан с высоким содержанием β-глюкана. β-глюкан по своей природе является полисахаридом. Содержание β-глюкана в ячмене, по разным источникам, находится в пределах от 5 до 11%. В клеточных стенках эндосперма ячменя содержание β-глюкана достигает 75% от общего количества веществ и лишь 25% приходится на целлюлозу, белки и другие соединения [3].

Исследованиями подтверждено положительное влияние пищевых волокон β-глюкана на здоровье человека. Научно доказано, что регулярное потребление ячменного β-глюкана приводит к снижению холестерина в плазме. Снижение гликемического индекса продуктов и улучшение липидного обмена обусловлено способностью β-глюкана образовывать вязкие гели, замедляющие всасывание сахаров и холестерина [3, 4]. Авторами установлено, что β-глюкан стимулирует рост полезной кишечной микрофлоры, таких как лактобацил и бифидобактерий. В литературе имеются исследования по применению ячменной муки в виде заварки в технологии мучных выпеченных полуфабрикатов [3]. Положительные результаты дает применение в рецептуре пряников цельнозерновой ржаной и пшеничной муки [5].

Целью исследования является изучение влияния замены ячменной муки вместо пшеничной муки высшего сорта в рецептуре заварных пряников на качество изделий. Исследовали замену в рецептуре изделий пшеничной муки на ячменную в количестве 50 % и 70 %. В наших исследованиях мы в одном варианте заварку сделали на ячменной муке, не меняя при этом общее содержание ячменной муки в рецептуре.

Экспериментальные исследования проводили по следующим вариантам: 1- заварные пряники из пшеничной муки по унифицированной рецептуре (контрольный); 2- по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на ячменной муке; 3 – по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке; 4-70 % -ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке.

Тесто замешивали заварным способом. В рецептурный состав заварных пряников входила пшеничная мука высшего сорта, ячменная мука, сахар-песок, сухие духи, мед и молоко.

Для заварки использовали: молоко, муку, сахар, мед, специи, дальше добавляли растительное масло, муку пшеничную или ячменную в зависимости от варианта, разрыхлитель, немного соды и соль.

Данные исследования проводились вследствие проведения пробных лабораторных выпечек пряников с последующим определением основных физико-химических и органолептических показателей качества. Выпечки проводили в лаборатории технологии переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

По требованиям стандарта форма пряников должна быть округлой. Толщина изделия не менее 12 мм. Форма должна быть правильная, без вмятин, не расплывчатая, с выпуклой верхней поверхностью. Поверхность сухая, без крупных трещин, вздутий, впадин, не подгоревшая, без наплывов.

Цвет от бело-кремового до темно-коричневого. Поверхность может быть темнее мякиша, нижняя поверхность темнее верхней. Вкус и запах свойственные данному наименованию пряничного изделия, без посторонних запаха или привкуса.

Вид в изломе должен свидетельствовать о пропеченности пряника, о равномерной пористости, без пустот, закала и следов непромеса. Влажность готовых изделий для пряников должна составлять 11,0-16,0 %, намокаемость должна быть не менее 180 %, щелочность - не более 2,0°.

При приготовлении теста замена ячменной муки положительно сказывается на сокращение продолжительности замеса теста. Ячменная мука содержит больше оболочечных продуктов по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта, поэтому тесто замешивается быстрее.

На рисунке 1 изображены пряники после выпечки.

Рисунок 1 – Внешний вид пряников: 1- пряники из пшеничной муки, 2- по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на ячменной муке, 3 – по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке, 4 – 70 % -ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке.

По внешнему виду пряники отличаются только при использовании 70 % ячменной муки. В этом варианте появляются заметные трещины на поверхности изделий.

Для исследования пропеченности и состояния мякиша изделия рассматривали в разрезе, результаты показаны на рисунке 2.На данном рисунке видно, что изделия в разрезе имеют хорошую пропеченность, без пустот и закала. По сравнению с контрольным вариантом, при добавлении ячменной муки, мякиш пряников становится более разрыхленным.

Рисунок 2 – Вид в разрезе пряников по вариантам: 1- пряники из пшеничной муки, 2- по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на ячменной муке, 3 – по 50 % пшеничной и ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке, 4 – 70 % -ячменной муки, заварка готовится на пшеничной муке

Для мучных кондитерских изделий из органолептических показателей не менее важным является вкус, запах изделий. Пряники всех вариантом имели хороший вкус без постороннего вкуса и запаха. При разжевывании физически ощущался более разрыхленный мякиш изделий при замене пшеничной муки на ячменную в количестве 50 % и 70 %.

Из органолептических показателей более существенная разница была во вкусе изделий. Все члены дегустационной комиссии отметили улучшение вкуса пряников во втором и третьем варианте, где 50 % пшеничной муки заменяли ячменной мукой. Наибольший балл оценки вкусовых свойств имели пряники второго варианта, где пшеничная мука заменялась ячменной мукой наполовину, при этом заварку готовили на ячменной муке.

В исследованиях определяли физико-химические свойства готовых изделий. На рисунке 3 приведены показатели намокаемости и влажности изделий. Применение ячменной муки приводит к снижению влажности пряников на 0,8-1,6 %. Показатели намокаемости улучшаются у всех изделий с применением ячменной муки. По сравнению с контрольным вариантом намокаемость увеличилась на 7,0- 9, 0 %.

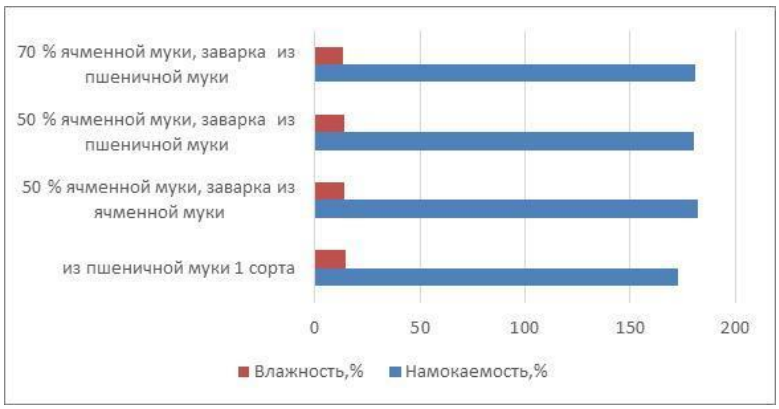


Рисунок 3 – Намокаемость и влажность пряников по вариантам

Немаловажным показателем для пряничных изделий является плотность изделий (рис.4).

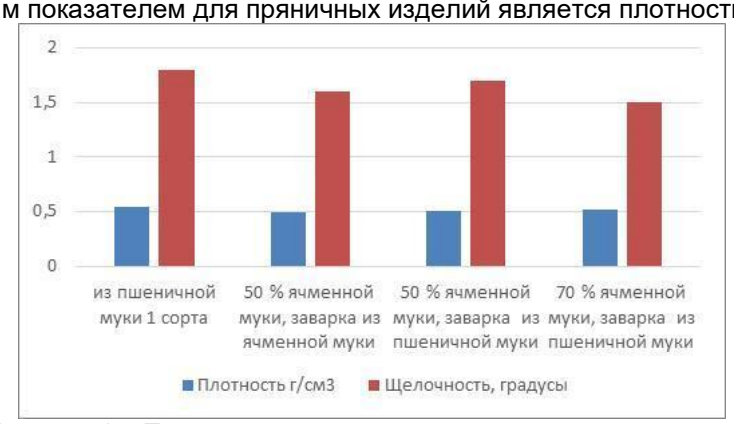


Рисунок 4 – Плотность и щелочность пряников по вариантам

В наших исследованиях плотность пряников с применением ячменной муки снижается на 0,2 – 0,5 г/см^3 по сравнению с изделиями из пшеничной муки. Наименьший показатель (0,49 г/см^3) был у изделий второго варианта с 50%-ым применением ячменной муки и при условии приготовления заварки на ячменной муке. Щелочность готовых изделий существенно не меняется, тем не менее, можно отметить незначительное снижение данного показателя на 0,2- 0,3 градуса в вариантах с применением ячменной муки по сравнению с контрольным вариантом.

Выводы: теоретически по литературным источникам и экспериментальными исследованиями доказана целесообразность применения ячменной муки в рецептуре заварных пряников. Установлено, что оптимальной дозировкой является применение ячменной муки в количестве 50 % от массы пшеничной муки, при этом 65 % ячменной муки используется на заварку. Замена пшеничной муки ячменной мукой улучшает вкус изделий, повышает намокаемость и снижает плотность заварных пряников

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к. с.-х., доцент

Список литературы

1. Евдохова, Л. Н. Использование ячменной муки для создания мучных кондитерских изделий оздоровительной направленности / Л. Н. Евдохова, Л. Е. Ищенко // Пища. Экология. Качество : Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, Барнаул, 24–26 июня 2019 года. Том 1. – Барнаул: Алтайский государственный университет, - 2019. – С. 257-260.
2. Иванова, Н. Г. Подходы к разработке специализированных мучных кондитерских изделий для питания беременных и кормящих женщин / Н. Г. Иванова, И. А. Никитин, А. А. Терехова // Хлебопродукты. – 2022. – № 2. – С. 36-41.
3. Саломатов, А. С. Получение β-глюкана из ячменя методом кислотной экстракции / А. С. Саломатов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6(128). – С. 130-135.
4. Патент № 2749921 C1 Российская Федерация, МПК A21D 13/04, A21D 13/80. способ производства заварного полуфабриката : № 2020127041 : заявл. 12.08.2020 : опубл. 21.06.2021 / Н. Г. Иванова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского».
5. Тулынина, А. Ю. Производство пряников из разных видов муки / А. Ю. Тулынина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2024. – С. 218-222

УДК 664.681.1

Ячменева Ю.В.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧЕНЬЯ

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований по изучению влияния цитрусовых плодов на качество сдобного печенья. В рецептуре печенья использовали сок и цедру лимонов, апельсинов и мандаринов. Результатами исследований установлено, что добавление цедры и сока цитрусовых в рецептуру печенья улучшает его вкусоароматические свойства, и не ухудшает физико-химические показатели. В итоге, печенье с применением сока и цедры апельсина имело наиболее насыщенный вкус и аромат, подойдет тем, кто любит яркий цитрусовый вкус. Варианты с лимоном и мандарином — более мягкие и менее выраженные, хорошо подойдут для любителей более тонких ароматов.

Ключевые слова: печенье, лимон, апельсин, мандарин, цедра, сок, органолептические показатели, влажность, плотность, щелочность

Печенье занимает особое место в разнообразии кондитерских изделий благодаря своей доступности, простоте приготовления и высокому потребительскому спросу. Основными характеристиками, определяющими качество такого продукта, являются его вкус, аромат, текстура и внешний вид. В современном пищевом производстве все большую популярность приобретают натуральные добавки, которые могут обогатить печенье витаминами, органическими кислотами и эфирными маслами, а также придать изделию новые вкусовые оттенки [1, 2].

Цитрусовые плоды – лимон, апельсин и мандарин – являются богатейшим источником витамина С, органических кислот, эфирных масел и фитонцидов. Их использование в кондитерском производстве позволяет не только сделать продукт более полезным, но и усилить его ароматические свойства, что особенно ценно в условиях растущего спроса на натуральные и экологически чистые продукты. Включение цедры и сока цитрусовых в рецептуру печенья способствует формированию уникальных органолептических свойств, таких как насыщенный аромат, свежий вкус и привлекательный внешний вид [2, 3].

Однако влияние цитрусовых компонентов на технологические параметры печенья остается недостаточно изученным. Известно, что эфирные масла и кислоты могут оказывать влияние на массу теста, его влажность, текстуру и срок хранения. Поэтому важно исследовать, как эти компоненты влияют на физические свойства готового изделия, такие как влажность, плотность, намокаемость, а также на органолептические показатели, которые определяют его привлекательность для потребителя. Имеются исследования по применению сока и цедры грейпфрута в производстве печенья [4, 5].

Цель данной работы – изучить влияние добавок цитрусовых плодов (лимона, апельсина, мандарина) на качество сдобного печенья.

В рецептуру сдобного печенья входит пшеничная мука высшего сорта, сливочное масло, сахар, яйца, соль, разрыхлитель

Пробные выпечки проводили по следующим вариантам:

1. Печенье с цедрой и соком лимона (контроль);
2. Печенье с цедрой и соком апельсина;
3. Печенье с цедрой и соком мандарина.
4. Печенье с цедрой лимона, апельсина и соком лимона, апельсина

Для приготовления теста использовалась стандартная технология. В первую очередь готовили сухую смесь, объединяя муку с разрыхлителем. После этого сливочное масло растирали с сахаром, вводили яйца и тщательно перемешивали. В полученную массу добавлялись подготовленные компоненты цитрусовых — цедра и сок, взятые в определенных пропорциях (по 1,5 грамма цедры и 7,5 грамм сока на 100 г муки) — для усиления цитрусового аромата и вкуса. Время добавления и пропорции были оптимизированы на этапе предэкспериментальных подборов. Тесто выкладывали на противень, покрытый пергаментом, и выпекали при температуре 180°C в течение 15–20 минут, контролируя степень готовности. В процессе работы заготовки подвергались тщательному анализу на соответствие технологическим требованиям.

Внешний вид печенья показан на рисунке 1.

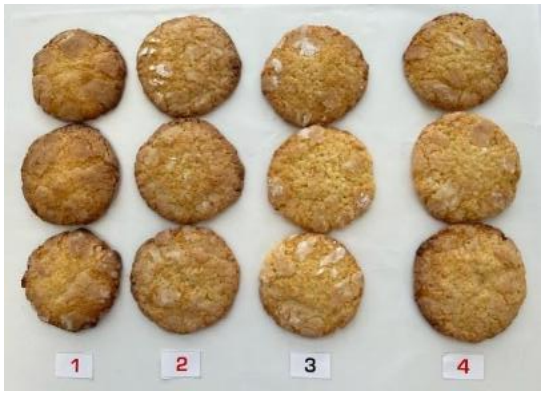


Рисунок 1 – Внешний вид готовых изделий: 1- печенье с добавлением цедры и сока лимона, 2– печенье с добавление цедры и сока апельсина, 3 – печенье с добавлением цедры и сока мандарина, 4– печенье с добавлением цедры и сока лимона и апельсина.

Органолептические показатели оценивались по методике сенсорных тестов: эксперты оценивали внешний вид, аромат, вкус и текстуру каждого образца приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Сок и цедра лимона (контроль)	Сок и цедра апельсина	Сок и цедра мандарина	½ Сока и цедры лимона + ½ сока и цедры апельсина
Форма	Без вмятин, вздутий и повреждений края.	Круглая с небольшими неровностями по краям	Круглая с небольшими неровностями по краям	Круглая с небольшими неровностями по краям
Поверхность	Поверхность шероховатая, с рисунком	Матовая с трещинками	Матовая с трещинками	Матовая с трещинками
Цвет	Равномерный, от светло - соломенного до светло - коричневого	Светло-коричневый оттенок	Золотистый, без подгорелости	Светло-коричневый оттенок
Вкус и запах	Изделие имеет кисло-сладкий вкус, без посторонних привкусов и запаха	Сладкий с выраженным вкусом и ароматом апельсина	Сладкий со слабо выраженным ароматом мандарина	Сладкий со слабо выраженным вкусом и ароматом апельсина
Вид в изломе	Пропеченное печенье с пористой структурой, без пустот и следов непромеса	Рассыпчатое, пропеченное, без признаков непромеса	Рассыпчатое, пропеченное, без признаков непромеса	Рассыпчатое, пропеченное, без признаков непромеса

Все четыре варианта характеризуются одинаковой формой, что означает, что визуальные или структурные особенности у всех вариантов одинаковы или схожи. Основное различие между ними связано с компонентами, используемыми для ароматизации и вкуса.

Вариант с соком и цедрой апельсина.

Аромат и вкус: Этот вариант выделяется более ярко выраженными характеристиками. Аромат апельсиновой цедры и сока кажется более насыщенным и насыщает все восприятие.

Причина: Цедра и сок апельсина содержат эфирные масла, которые обеспечивают сильный и свежий цитрусовый запах и вкус. Всё это способствует тому, что данный вариант ощущается как более концентрированный и ароматный.

Варианты с лимоном и мандарином.

Аромат и вкус: Эти вариации показались менее выразительными. Аромат и вкус лимона и мандарина менее насыщены, возможно, по причине того, что эти плоды менее насыщены эфирными маслами.

В итоге, печенье с применением сока и цедры апельсина имело наиболее насыщенный вкус и аромат. Он подойдет тем, кто любит яркий цитрусовый вкус. Варианты с лимоном и мандарином - более мягкие и менее выраженные, хорошо подойдут для любителей более тонких и деликатных ароматов.

Физико-химические показатели включали анализ влажности, плотности и намокаемости, цифровые показатели приведены в таблице 2. Все исследования проводились в рамках лабораторных условий кафедры агроинженерии и производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Таблица 2 – Физико-химические свойства готовых изделий

Варианты	Намокаемость, %	Влажность, %	Щелочность, град	Плотность, г/см^3
1. Сок и цедра лимона (контроль)	227,5	7,3	1,5	0,67
2. Сок и цедра апельсина	231,8	6,6	1,7	0,59
3. Сок и цедра мандарина	234,7	8,9	1,6	0,59
4. ½ Сока и цедры лимона + ½ сока и цедры апельсина	230,2	7,5	1,7	0,58
Показатели ГОСТ 24901-2014	не менее 150	не более 10,0	не более 2,0	Не более 0,60 ГОСТ 15810-2014

По всем физико-химическим показателям изделия всех вариантов соответствуют требованиям стандарта. Намокаемость при использовании апельсина, мандарина и смеси соков и цедры апельсина и лимона на 2,7 – 7,2 % была выше данного показателя контрольного варианта. Плотность изделий на этих вариантах на 0,08 - 0.09 г/см^3 была ниже по сравнению с печеньем контрольного варианта с применением сока и цедры лимона. Данные показатели сказываются и на вкусовые свойства печенья. Более разрыхленный мякиш оказывает приятные ощущения при разжевывании, вкус изделия ощущается как более нежный и приятный. Щелочность печенья на всех вариантах соответствует требованиям стандарта, наименьшего значения (1,5 град) отмечается в контрольном варианте в печенье с лимоном.

В целом, обработка результатов показала, что введение цитрусовых компонентов значительно влияет на органолептические и физико-химические показатели качества печенья, а эффект зависит от вида цитрусового плода и формы добавки. Обобщая полученные данные, можно сказать, что добавление цедры и сока цитрусовых в рецептуру печенья работает в пользу улучшения его вкусоароматических характеристик, а также не ухудшает физико-химические показатели

Использование цитрусовых плодов - лимона, апельсина и мандарина - в рецептуре печенья подтверждает свою эффективность как способ разнообразить вкусовой профиль и повысить питательную ценность изделия. Варианты с добавлением цедры и сока апельсина и лимона проявили наибольший потенциал в улучшении органолептических характеристик, а изделия с мандариновыми добавками получили позитивные отзывы благодаря своему мягкому цитрусовому оттенку.

Вывод: в перспективе эти изделия могут реализовываться как в промышленном масштабе, так и в домашних условиях, что способствует расширению ассортимента и повышению уровня натуральности продукции. При этом важно учитывать необходимость строгого соблюдения технологических режимов и пропорций для достижения максимальной эффективности добавок без ухудшения технологического процесса.

Научный руководитель – Грязина Ф.И., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Бурчакова, И. Ю. Организация процесса приготовления и приготовление сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий / И. Ю. Бурчакова // – М.: Academia, - 2018. – 490 с.

2. Грязина, Ф. И. Использование цедры и мякоти лимона в рецептурном составе печенья / Ф. И. Грязина, А. Ю. Долганова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2017. – № 19. – С. 96–99. – EDN ZVKKHB.
3. Грязина, Ф. И. Применение свежих плодов в технологии мучных кондитерских изделий / Ф. И. Грязина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2023. – С. 138–141. – EDN YWXDHX.
4. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / И. Ю. Резниченко, Т. В. Рензяева, А. Н. Табаторович [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 2(45). – С. 149–162. – EDN ZCOQLB.
5. Хусаинова, Р. И. Печенье грейпфрутовое с добавлением семян льна и кунжута / Р. И. Хусаинова, Д. А. Гайсина, Р. А. Зайнуллин // Функциональные продукты питания - здоровье молодёжи : сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Уфа, 10 апреля 2025 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, - 2025. – С. 132–136. – EDN XNPWPA.

УДК 664.644.9

Иванова Д.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБЛИМИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ В БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Аннотация. В данной статье рассмотрены результаты проведенных исследований по добавлению сублимированных порошков с различными вкусами: клубника, брусника, черная смородина. По результатам исследований выявлено, что использование сублимированных порошков с разными вкусами в бараночных изделиях придает им яркий цвет, приятный запах, ярко выраженный вкус.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, бублики, сублимированные порошки, набухаемость, кислотность, органолептические показатели, влажность, качество.

С каждым годом на полках магазинах, различных маленьких частных предприятиях растет ассортимент и спрос на разнообразие хлебобулочных изделия. Шагая в ногу с тенденциями на правильное и полезное питание, потребителей все чаще интересуют продукты с чистым составом без вредных добавок. «Хлебобулочные изделия – это продукты питания, изготовленные из муки, воды, дрожжей или закваски, соли, сахара, жиров и других добавок путем выпечки.» Эти изделия являются важным источником углеводов, белков, витаминов группы В и минералов таких как железо и магний. Играют значительную роль в питании Россиян [1].

Введение в рецептуру хлебобулочных изделий компонентов обогащенными витаминами и минералами значительно повышает их состав и полезные свойства, что позволяет решить проблемы с нехваткой их в организме человека. В обществе стоит острый вопрос о недостатке витаминов и минералов, важных для жизнедеятельности и функциональности человека. Чтобы обогатить и восполнить их недостаток, в производстве используют как искусственные, так и натуральные добавки. В настоящее время всё чаще используются натуральные добавки. Они позволяют сохранить полезные свойства, хорошо усваиваться и восполнять недостаток в организме быстрее, чем искусственные. К таким добавкам чаще относят: спущенные плоды ягод и фруктов, орехи, пряные травы и т.д. [2].

Бублики – изделия разнообразных размеров, отличаются от прочих бараночных изделий более высоким уровнем влажности и не используются в качестве хлебных консервов из-за меньших сроков хранения. По товарным свойствам бублики занимают промежуточное положение между баранками и мелкоштучными булочными изделиями, сбываются в зависимости от сорта как поштучно, так и в упаковках по несколько штук или на вес. В середине XX века были стандартизованы бублики украинские весовые и штучные (в вариантах по 50 г и 100 г), бублики с маком, с тмином, позднее стандартизованы молочные бублики (15 л молока на 100 кг муки) [3].

Лимон - представляет собой цитрусовый фрукт с ярко выраженным кислым вкусом и ароматом. Это растение родом из Юго-Восточной Азии, которое было распространено по всему миру благодаря своим уникальным свойствам. Лимоны богаты витамином С, антиоксидантами и имеют широкий спектр применений, включая кулинарное использование, косметику и даже бытовую химию. Химический состав лимонного сока включает лимонную кислоту, которая составляет около 8 % от общего состава сока, придавая ему характерную кислинку. Также в лимоне содержатся витамины группы В, витамин С, каротиноиды. Из макро- и микроэлементов можно найти калий, кальций, магний, железо. Он обладает антиоксидантными свойствами.

Клубника – представляет собой культивированную разновидность дикой земляники, которую в XVIII веке вывели в результате скрещивания. В ягодах клубники содержится много клетчатки, необходимой для здоровья кишечника. Особенно полезна ягода в свежем виде – после тепловой

обработки или заморозки клубника лишается многих витаминов и минералов. Высокое содержание магния и калия в клубнике помогают правильной работе сердечно-сосудистой системы: снижению артериального давления, нормализации тонуса сосудов, обеспечению нормального кровообращения в конечностях. В этих ягодах много йода для нормального функционирования щитовидной железы, а фолиевой кислоты в ней содержится больше, чем в малине и винограде. В каждой такой ягоде есть витамины А, В2, В5, В6, В9, С, Е, К, бета-каротин, ниацин, кальций, железо, натрий, марганец, фосфор, сера, цинк, селен и медь[4].

Брусника обладает рядом полезных свойств и характерным вкусом, но при этом ягоды горькие, терпкие и кислые. Целебные свойства обусловлены химическим составом растения: ягоды содержат витамины (А, В, С, Е), минералы (калий, кальций, магний, фосфор), органические кислоты, пектиновые вещества, флавоноиды и антиоксиданты [5].

Смородина чёрная – ягодная культура. Плоды особенно богаты витамином С до 400 мг/%; по другим источникам, до 570 мг%), В, Р, провитамин А и полифенолами). Содержит органические кислоты (лимонная и яблочная), различные сахара (в основном глюкоза и фруктоза), гликозиды и флавоноиды, пектиновые, дубильные, антоциановые (цианидин, дельфинидин) и азотистые вещества. Минеральный состав ягод (в мг/%): натрий – 32, калий – 372, кальций – 36, магний – 35, фосфор – 33, железо - 1,3 [6]

В настоящее время в пищевой промышленности активно изучают создание новых мучных хлебобулочных изделий (бублики) с добавлением сублимированных продуктов или их порошков. Сублимирование (лиофилизация) – это сушка в вакууме при низких температурах, направленная на продление срока хранения и повышение качества продукции, а также на подготовку сырья к последующему получению порошка, как отмечают В.Н. Тепляшин, Л.И. Ченцова и В.Н. Невзоров. По их данным, под сублимацию подходят ягоды, грибы и другие растительные продукты. В данной статье рассматривается использование порошков из сублимированных ягод [7].

Цель нашего исследования – изучение возможности использования различных вариантов сублимированных порошков из ягод в технологии бараночных изделий. Для проведения эксперимента, выбраны следующие варианты: бублики из пшеничной муки первого сорта с добавлением сублимированного порошка брусники; бублики с добавлением порошка из ягоды клубники; бублики с добавлением порошка из чёрной смородины и бублики с лимонной эссенцией.

Экспериментальные исследования проводили в лаборатории кафедры Агроинженерии и технологи производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Исследовательская работа проводилась вследствие пробных лабораторных выпечек бубликов. На этапе замешивания теста часть муки, по рецептуре, заменялась 20% сублимированных порошков. После этапа выпекания проводились анализы основных физико-химических и органолептических показателей качества.

На первом этапе исследования применяли органолептический метод: дегустаторы ставили оценки по пятибалльной шкале. Поскольку потребитель прежде всего ориентируется на внешний вид, на первом рисунке показаны форма и внешний вид всех вариантов изделий. Очевидно, что тип порошка из конкретного продукта влияет на цвет готовых изделий.

Рисунок 1 – Внешний вид и форма готовых изделий

При добавлении определенного количества сублимированного порошка в тесто изменялся его цвет. Испечённый продукт имеет пористую структуру, глянец. Вкус становится выраженным и присущий добавленным порошкам.

Изделия соответствуют требованиям ГОСТ 32124-2013 «Изделия хлебобулочные бараночные. Общие технические условия» [8]. Проведенные исследования установили, что при внесении сублимированного порошка в количестве 20 г обеспечивает наилучшие органолептические пока

Показатели полученных хлебобулочных бараночных изделий, полученные результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1- Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Лимон контроль	Клубника	Чёрная смородина	Брусника
Форма	В виде круглого кольца	В виде круглого кольца	В виде круглого кольца	В виде круглого кольца
Поверхность	Глянцевая, имеет неровности	Глянцевая, имеет неровности	Глянцевая, имеет неровности	Глянцевая, имеет неровности
Цвет	Светло-жёлтый, без подгрелости	Тёмно-малиновый без подгорелости	Тёмно-фиолетовый без подгорелости	Тусклый тёмно-коричнеый без подгорелости
Внутреннее состояние	Пропечённый, без признаков непромеса	Пористое, пропеченное, без признаков непромеса.	Пропечённый, без признаков непромеса, пористое, мягкое.	Пропечённое, без признаком непромеса, мягкое.
Вкус	Свойственный данному виду бараночного хлебобулочного изделия, без постороннего привкуса	Присутствует вкус клубники, немного сладковатый привкус	Имеет вкус выраженный вкус смородины и слегка кислит	Вкус брусники присутствует, имеет кисловатый привкус.
Запах	Свойственный данному виду бараночного хлебобулочного изделия, без постороннего запаха	Свойственен клубничному порошку	Бараночное изделие имеет запах чёрно смородины.	Запах имеет ярко выраженный брусничный
Хрупкость	Хрупкие, ломкие	Хрупкие,ломкие	Хрупкие, ломкие	Хрупкие, ломкие

Делая общую оценку и учитывая примечания дегустаторов по всем семи показателям,можно выделить 2 лучших варианта, а именно бублики с добавлением клубника и контрольный вариант. Исходя из примечаний, неудачными получились бараночные изделия с сублимированным порошком брусника и смородина чёрная. На рисунке 2 наглядно представлены варианты теста с добавленными порошками и их влияние на цвет будущего изделия.

Рисунок 2 – Изменения теста по вариантам

Таблица 2 – Физико-химические показатели

Варианты	Влажность, %	Кислотность, Н	Коэффициент набухаемости бубликов
Лимон контрольный	27,0	3,5	2,5
Клубника	26,6	2.9	2,7

Смородина чёрная	27,3	3,8	2,3
Брусника	26,8	3,7	2,6

Вторым этапом проведения опыта был физико-химический анализ изделий. На данном этапе у бубликов определись такие показатели как влажность, кислотность и набухаемось. Результаты проведенного анализа приведены в таблице 2.

Установлено, что частичная замена пшеничной муки 1-го сорта сублимированными порошками изменяет качество и физико-химический состав бубликов; в большинстве случаев наблюдается повышение ряда стандартных показателей, уменьшение набухаемости и увеличение плотности изделий.

Таким образом, при производстве хлебобулочных бараночных изделий можно видоизменять рецептуру и расширять ассортимент данной продукции как на маленьких предприятиях, так и на крупных производствах.

Научный руководитель – Бурова Н.О.- к.т.н. доцент

Список литературы

1.Туровцев, В. А. Роль мучных кондитерских изделий в питании человека / В. А. Туровцев, И. М. Новикова, О. М. Блинникова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 318. – EDN OHXAWK.
2.Кокорева, Л. А. Анализ рынка и тенденции развития мучных кондитерских изделий в России / Л. А. Кокорева, А. Г. Бочкова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : Материалы X Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 25 апреля 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, - 2023. – С. 55-59. – EDN UWKDXS.
3. Беззуб, В. С. Использование нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / В. С. Беззуб, Д. В. Пефтиц // Пищевые добавки: рынок, инновации и перспективы : Материалы международной научно-практической интернет-конференции преподавателей и молодых ученых, Донецк, 27 ноября 2024 года. – Донецк: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», - 2024. – С. 22-24. – EDN XOCDDE.
4. Тепляшин, В.Н. Технологии и оборудование для сушки растительного сырья: учеб. пособие / В.Н. Тепляшин, Л.И. Ченцова, В.Н. Невзоров; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, - 2019 - 173 с.
5.Гизатулина, М. В. Перспективы использования сырья плодов вишни в медицине и фармации / М. В. Гизатулина // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ науки и ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей X Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 20 мая 2021 года. Том Часть 1. – Пенза: Общество с ограниченной ответственностью "Наука и Просвещение", - 2021. – С. 215-219. – EDN JXVMDN.
6.Типсина, Н. Н. Исследование черники / Н. Н. Типсина, Н. Ю. Яковчик // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11(86). – С. 283-285. – EDN SCVJCR.
7. Емельянов, А. М. Использование плодов клюквы в пищевой промышленности / А. М. Емельянов // Совершенствование науки и образования в области естественных и технических исследований : Материалы XXXVI Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 21 декабря 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", - 2023. – С. 138-139. – EDN BBKZRN.

УДК 664.683.9

Козлов Р.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КУРИНЫХ ТЕФТЕЛЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ КАПУСТЫ

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос разработки технологии куриных тефтелей с добавлением овощей таких как: брокколи и цветной капусты. А также расширение существующего ассортимента тефтелей. В статье рассмотрены органолептические, физико-химические показатели.

Ключевые слова: тефтели, мясо курицы, овощи (цветная капуста и брокколи), мясное изделие, органолептические и физико-химические показатели.

Тефтели - традиционное блюдо русской кухни: небольшие шарики из мясного или рыбного фарша, которые сначала обжаривают или запекают, а затем тушат в соусе. Их подают как плотную горячую закуску или как самостоятельное второе блюдо с различными гарнирами. Популярность тефтелей объясняется простотой приготовления, экономичностью (в фарш часто добавляют рис, овощи или хлеб) и нежным вкусом, во многом зависящим от выбранного соуса [1].

Происхождение тефтелей связано с кулинарными традициями Ближнего Востока, Центральной Азии и Восточной Европы: это блюдо, возникшее из простых рубленых мясных шариков, служило способом экономного использования мяса за счёт добавления овощей и увеличения объёма

еды. Со временем рецепт видоизменился - в русской кухне тефтели стали делать крупнее, а в фарш стали вводить рис, другие крупы или размоченный хлеб для сочности и большей массы. Тефтели прочно вошли в ежедневное и праздничное меню и встречаются также в белорусской и украинской кухнях, что свидетельствует о их широком распространении в восточнославянской кулинарии. В русской кухне тефтели, как полагают, появились не позднее XVIII века, вероятно, через контакты с тюркскими народами или западными соседями. Изначально это было блюдо простой, домашней кухни. К XIX веку рецепт тефтелей с рисом в томатном соусе уже прочно вошёл в поваренные книги. Их ключевым отличием от котлет стала именно подача в густом соусе, что было обусловлено способом приготовления в одной посуде (чугунке или казане) [2].

Мясное изделие как тефтели – мясные или рыбные шарики с добавками (рис, крупы, хлеб, овощи). Это удобный способ получить сбалансированный приём пищи в одной порции: белки, углеводы, клетчатка (при добавлении овощей). А также приносит и определённую пользу для организма: Мясной фарш даёт полноценный белок – важный строительный материал для тканей, поддерживает мышечную массу и дарит длительное ощущение сытости. Для ориентировки: калорийность говяжьего фарша составляет примерно 221 ккал на 100 г. Углеводы. Рис в составе обеспечивает организм энергией: углеводы питают мышцы, мозг и помогают сохранять рабочий тонус. Витамины и минералы. Содержание микронутриентов зависит от типа фарша; в частности, мясные варианты могут быть источником витамина B12, железа и цинка – веществ, важных для иммунитета и здоровья кровеносной системы [3].

В технологии производства тефтелей входит мясо курицы, а именно куриное филе. Куриное филе – это отбивная часть грудки, очищенная от кожи, хрящей и костей. Его называют диетическим продуктом из-за низкого содержания жира и отсутствия пищевых волокон. Калорийность филе составляет примерно 110 ккал на 100 г. В составе – легкоусвояемый животный белок, витамины группы B (в частности B2) и железо.

Цель исследования - разработать и апробировать рецепт низкокалорийных тефтелей из куриного филе с брокколи и цветной капустой, подходящий для диетического и детского питания. Для проведения эксперимента, я выбрал тефтели куриные в следующих вариациях:

- контрольный вариант- тефтели из мяса птицы с рисом
- вариант 2 - тефтели из мяса птицы с рисом и брокколи
- вариант 3 - тефтели из мяса птицы с рисом и цветной капустой
- вариант 4 - тефтели из мяса птицы с рисом, брокколи и цветной капусты.

Исследовательская работа проводились вследствие пробных приготовлений образцов в лабораторных условиях. На этапе приготовления ингредиенты подготавливались по рецептуре контрольного варианта, а далее вводились такие компоненты как цветная капуста и брокколи. Каждого ингредиента овощей добавлялось по 150 г. После этапа термической обработки проводились анализы основных физико-химических и органолептических показателей качества. Исследования проведены в лаборатории кафедры агроинженерии и технологии производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Первым этапом анализа готового продукта был органолептический метод. Дегустаторы оценивали продукт по пятибалльной системе. Так как потребителю изначально бросается в глаза внешний вид продукции. На рисунке 1 представлен внешний вид и форма изделия всех вариантов. Видно, что внесённые овощные компоненты влияют на цвет изделия.

Рисунок 1 – Внешний вид и форма готовых изделий по вариантам

При добавлении определенного количества овоща изменялся его цвет. Готовые образцы продукции имеют плотную, однородную структуру, сочность. Вкус становится выраженным и присущий добавленным ингредиентам.

Согласно профилограмме внешнего вида, тефтели с овощными компонентами (варианты 3 и 4), в наибольшей мере соответствуют критериям. По результатам бальной оценки варианты с капустой цветной и с капустой и брокколи набрали наибольшее количество баллов (24-25 баллов). Среди других вариантов плохие оценки получил вариант тефтелей с вводом овощного компонента брокколи, среднее у него количество баллов – 15 и контрольный вариант - 13.

Результаты органолептической оценки приведены на рисунке 2.

Рисунок 2 – График органолептической оценки тефтелей

На рисунке 3 представлены варианты полуфабрикатов тефтелей с добавленными овощами и наглядно прослеживается их влияние на цвет будущего изделия.

Рисунок 3 – Полуфабрикаты до тепловой обработки

Анализируя представленные данные, можно отметить, что исследуемые варианты тефтелей с овощным компонентом по всем органолептическим показателям (внешний вид, консистенция, цвет, вкус, запах) полностью соответствуют ГОСТ 32951 – 2014. «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия» [4].

Далее проводилось исследование физико-химических свойств продукта. Проведенные исследования по физико-химическим показателям приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели

Показатели	Контрольный вариант	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Массовая доля белка	12,5	10.2	9,1	10,4
Массовая доля жира	4,1	1,7	3,8	5,5
Массовая доля хлористого натрия (поваренной соли)	1,1	1.1	1,2	1,3

Масса одной штуки в сыром виде, г	95	95	95	95
Примеси	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

Из таблицы 1 видно, что все образцы натуральных тефтелей по массовой доле жиров, белков, поваренной соли и наличию посторонних примесей соответствуют требованиям государственного стандарта. При этом, добавление цветной капусты и брокколи к мясу улучшало питательную ценность готового продукта. Наилучшее качество продукта показал образец под номером 4, вариант был самым оптимальным и сбалансированным по вкусу и запаху между мясом и овощными добавками. Вариант 2 имел слабо выраженный вкус брокколи, а вариант 3 с цветной капустой, овощная добавка отдавала чуть более сильным запахом и слегка затмевала вкус основного ингредиента.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанные куриные тефтели с овощными добавками подходят в рацион питания как детей дошкольного, школьного возрастов. А также для людей с заболеваниями и людей в возрасте.

Научный руководитель - Бурова Н.О. - к.т.н, доцент

Список литературы

1. Горлов, И.Ф. Разработка рецептуры мясного продукта функциональной направленности / И.Ф. Горлов // Пищевая промышленность. - 2019. - № 8. - С. 40-43.
2. Рябова, А.В. Оценка эффективности использования субпродуктов и растительных компонентов в технологи полуфабрикатов тестовых / А.В. Рябова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 11. - С. 7-15.
3. Глинкина, И.М. Анализ современного состояния российского рынка мясных полуфабрикатов в тесте / И.М. Глинкина // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. - 2020. - №1. - С. 28-32.
4. Teixeira, A. Sheep and Goat Meat Processed Products Quality: A Review / A. Teixeira, S. Silva, C. Guedes, S. Rodrigues // Foods. - 2020. - Т. 9. - С. 960.
5. Сычев М. Обзор российского рынка мясных полуфабрикатов / М. Сычев // Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. - 2014. - № 5. - С. 35-36.

УДК 664.681.9

Колесников И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯНИКОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКОВ ИЗ ЯГОД

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос производства пряников с использованием различных видов порошков таких как: порошок черники, порошок малины, порошок брусники. Замена в рецептуре пряников части муки (пшеничной высшего сорта) порошками малины, брусники, черники положительно влияет на качество готовых изделий. В статье рассмотрены органолептические, физико-химические показатели пряников с добавками.

Ключевые слова: пряники, пшеничная мука высшего сорта, порошок малины, черники, брусники мучное кондитерское изделие, плотность изделия, намокаемость, влажность пряников.

Кондитерское изделие (мучное) – это как самостоятельное блюдо, так и дополнение в питании людей. Они являются быстрыми углеводами. Роль заключается в том, чтобы закрывать суточную потребность человека в энергии. Поэтому такие изделия употреблять рекомендовано в ограниченном количестве.

Пряничные изделия (пряники) могут изготовлять из различных сортов муки, а также возможна замена части ингредиентов в рецептуре, для расширения существующего ассортимента. По рецептуре чаще всего используют муку пшеничную высшего сорта. Также это сладкий продукт, в которой можно добавлять различные специи, мед, духи, и другие компоненты. В России при изготовлении пряников в них добавляют специи: имбирь, мускатный орех, бадьян, кардамон, душистый перец, гвоздика и другие. В зависимости от вида пряников для прослойки между ними или в само пряничное тесто используют: варенье, сушёные ягоды, повидло, мармелад, которые могут служить прослойками, склейками между двумя пряничными поверхностями, или замешивается прямо в тесто [1].

Эволюция производства пряников в современном мире шагает в ногу со временем, но производители по сей день верны классическим рецептам пряников. И на основе классики постоянно внедряются новейшие технологии, которые помогают оптимизировать процессы производства и повысить результативность и качество работ. Помимо классических вариантов уже существующих

пряников, ассортимент пополняется новыми вкусовыми решениями, начинками и формами, которые формируются из вкусовых предпочтений существующего и будущего потребителя. Так, появляются пряники с различными наполнителями из ягод и фруктов и, с добавлением необычных пряностей. Нынешние реалии кондитерского производства позволяют выпускать фигурные пряники с различными изображениями. Такие изделия называются печатными пряниками и набирает популярность в современном обществе [2].

Пряничные изделия имеют высокую калорийность, хорошо справляются с голодом, а также имеет привлекательный внешний вид. Как и у многих мучных кондитерских изделий у пряников есть недостаток такой как несбалансированность по внутреннему составу: высокое содержание усвояемых углеводов на фоне низкого содержания белков и неполноценности жиров. Для улучшения вкусовых качеств пряников следует добавлять мед. С помощью меда они будут еще слаще. Также возможно не только добавление каких-то ингредиентов, но и замена части каких-либо ингредиентов в рецептуре на другие. К примеру, часть муку заменить на порошок, для повышения питательности продукта и расширения, существующего ассортимента [3].

В отечественной литературе, в своей исследовательской работе, Пригарина О. М. говорит о пряниках следующее: «что в зависимости от способа приготовления теста пряничные изделия можно разделить на заварные, когда тесто готовят заварным способом муку заваривают кипятком и сырцовые- тесто готовят путем смешивания всех ингредиентов в соответствии с рецептурой. Далее Пригарина выделяет отличие пряников по тому, какую муку используют при изготовлении теста. В составе может быть пшеничная мука высшего, первого и второго сортов, а может использоваться смесь муки ржаной и пшеничной также 1 и 2 сортов [4].

В муке содержатся макро - и микронутриенты: железо, магний, калий, марганец, медь, селен, цинк. И, конечно, клетчатка, углеводы, которые формируют ощущение объема, полноты желудка. Они нормализуют моторику ЖКТ. Из данного сорта пекут не только пряничные изделия, но и несдобную выпечку макароны, домашнюю лапшу. Мука первого или высшего сорта содержит больше клейковины, выпечка из неё лучше держит форму и дольше не черствеет. На сегодняшний день в пищевой промышленности активно исследуются возможности производства новых видов мучных кондитерских изделий с добавлением порошков из ягод.

Всё больше людей стремятся к здоровому образу жизни и питанию и это отражается на их заинтересованности к пряничному ремеслу. Растут тенденции к пряникам, изготовленным из натуральных компонентов, с минимальным содержанием в них сахара, жира и глютена. Помимо промышленного производства, популярность приобретают пряники ручной работы по традиционным рецептам с использованием натуральных компонентов [5].

Цель исследования - изучение возможности использования различных вариантов порошков ягод в технологии пряничных изделий. Для проведения эксперимента, были выбраны следующие варианты: пряники из пшеничной муки высшего сорта с добавлением порошка черники; пряники с добавлением порошка из ягоды малины; пряники с добавлением порошка из брусники.

Были проведены экспериментальные выпечки пряников в лабораторных условиях. На этапе замешивания теста часть муки, по рецептуре, заменялась 50% порошками. После этапа выпекания проводились анализы основных физико-химических и органолептических показателей качества. Исследования проводились в лаборатории кафедры агроинженерии и технологии производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Первым этапом анализа готового изделия был органолептический анализ теста.При добавлении определенного количества порошка в тесто изменялся его цвет (табл. 1).

Таблица 1 – Состояние пряничного теста по вариантам

Варианты образцов	Характеристика теста
I	Тесто приобретает мягкую консистенцию, оно не липнет к рукам и легко раскатывается
II	Тесто мягкое, замешивается хорошо также легко раскатывается. Имеет коричневый цвет (сублимированный порошок черники).
III	Тесто мягкое, хорошо замешивается, легко раскатывается. Имеет розоватый цвет (сублимированный порошок малины)
IV	Тесто мягкое, замешивается хорошо также легко раскатывается. Имеет красноватый цвет (сублимированный порошок брусники)

Затем оценивались органолептические показатели готовых изделий. Дегустаторы оценивали продукт по пятибалльной системе. Так как потребитель изначально выбирает продукцию по внешнему виду. На рисунке 1 представлен внешний вид и форма изделия всех вариантов, где видно, что вид порошка из определенного продукта влияет на цвет изделия.

Рисунок 1 – Внешний вид и форма готовых изделий

Пряники имеют форму вырубок, которыми она придавалась во всех вариантах соответствует требованиям к данному виду кондитерского изделия. Форма – повторяет форму вырубки. Поверхность пряников гладкая, ровная и имеет глянцевый блеск. Цвет поверхности у варианта I светло-коричневая, у варианта II грязно-коричневый, у варианта III розово-коричневый, у IV –красно-коричневый. Вкус у всех вариантов свойственный ингредиенту, что вводился в тесто как добавка. У I варианта, не имеющий постороннего привкуса, вкус II образца присущий ягодам черники, ненасыщенный, у III варианта чувствуется выраженный вкус малины, IV имеет горьковатое послевкусие брусники. Запах во всех исследуемых вариантах свойственный, без постороннего аромата. Затем у пряников определялись плотность, намокаемость и влажность. Полученные результаты указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели по вариантам

Варианты образцов	Влажность, %	Плотность, $см^3$	Намокаемость
I	25,0	45	0,13
II	20,0	35	0,16
III	21,0	34	0,13
IV	20,0	35	0,12

Все варианты по физико-химическим показателям соответствуют требованиям нормативно-технической документации. При частичной замене муки пшеничной высшего сорта на порошки из ягод это влияет на качество продукта и его физико-химических состав. В большинстве случаев увеличивает указанные нормы стандарта. Происходит уменьшение намокаемости изделий и меняется плотность пряников.

Подводя итоги и делая вывод по проделанной работе можно отметить, что при производстве пряников можно видоизменять рецептуру и расширять ассортимент данного изделия как на маленьких предприятиях, так и на крупных производствах. Для того, чтобы полученные изделия соответствовали требованиям ГОСТа, можно уменьшить количество добавляемых порошков.

Научный руководитель - Бурова Н.О.,к.т.н, доцент

Список литературы

1. Шапошников И.И. Оценка объема и структуры производства хлебобулочных изделий в Российской Федерации / И.И. Шапошников // Хлебопечение России. - 2010. - №1. - С. 12-14.
2. Наумова, Н.Л. Потребительские предпочтения челябинцев в отношении кондитерских изделий / Н.Л. Наумова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4 (27). – С. 128-132.
3. Тепляшин, В.Н. Технологии и оборудование для сушки растительного сырья: учеб. пособие / В.Н. Тепляшин, Л.И. Ченцова, В.Н. Невзоров // Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск. - 2019 – 173 с.
4. Семенов П.Н. Проблемы качества и пищевой ценности хлеба / П.Н. Семенов // «Перспективы развития АПК в современных условиях». Материалы 6-й Международной научно-практической конференции 7-8 апреля 2016 г. – Владикавказ. – 2016. – С.161-163.
5. Чупрасова, К. А. Виды муки, ее качество и полезные свойства / К. А. Чупрасова, Е. М. Фалынсков // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы: Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции, Уфа, 05 января 2021 года.

– Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", - 2021. – С. 41-44.

УДК 664.683.9

Протасова М.И., Соломина А.Ю., Ятманова Д.Д.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕДОВОГО ТОРТА

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по использованию тыквы при производстве медового торта. Исследованы оптимальные пропорции введения тыквенного пюре в классический рецепт медового торта, а также его воздействие на структуру и вкусовые характеристики изделия. Тыкву запекали, перетирали в пюре до однородного состояния. Тыкву в виде пюре вводили в рецептуру коржей и крема для медового торта, меняя их количество. Все остальные рецептурные компоненты использовались в одинаковом количестве на всех вариантах. Торт с классическими коржами и с содержанием тыквенного пюре в креме отмечается как самым пропитанным.

Ключевые слова: медовый торт, тыква, тыквенное пюре, кондитерские изделия.

Кондитерские изделия – неотъемлемая часть российской кухни. Большое содержание углеводов и жиров придает мучным кондитерским изделиям высокую калорийность и хорошую усвояемость, такие продукты отличаются сладким приятным вкусом и имеют привлекательный внешний вид [1]. Основное значение кондитерских изделий в питании человека заключается в том, что они возбуждают аппетит. Запах, вкус, внешний вид кондитерских изделий имеют исключительно важное значение. При этом необходимо учитывать, что при постоянном употреблении одних и тех же вкусовых и ароматических веществ организм адаптируется (привыкает) к ним, и они перестают возбуждать аппетит. Кондитерские изделия являются важным источником минеральных веществ, витаминов и других биологически активных веществ в нашем рационе. Калорийность кондитерских изделий различна. Основой кондитерских изделий является мука, которая содержит значительное количество углеводов в виде крахмала, а так же растительные белки [1].

Пищевая ценность хлебобулочных и кондитерских изделий определяется содержанием в них необходимых организму человека веществ, в первую очередь, белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, а также энергетической ценностью и способностью усваиваться организмом человека. Не менее важное значение для характеристики пищевой ценности имеют такие показатели качества, как вкус и аромат, разрыхленность мякиша, внешний вид готовых изделий [2]. Основу формирования пищевой ценности продукта составляет его баланс жиров, белков и углеводов. Жиры являются обязательным компонентом в рационе питания человека, они снабжают организм энергией, участвуют в образовании мембран клеток, в защите внутренних органов и нервных окончаний от внешних воздействий, являются источником незаменимых жирных кислот, жирорастворимых витаминов [3].

Российский рынок кондитерских изделий – динамично развивающаяся отрасль экономики с высокой конкурентностью и высоким экспортным потенциалом. Важной особенностью рынка кондитерских изделий является наличие качественной теоретической и практической базы для осуществления производственных процессов в кондитерском производстве [2].

Традиционные рецептуры мучных кондитерских изделий основаны на использовании пшеничной муки, сахара, жиров и яиц. Однако, растущий интерес к здоровому питанию и потребность в функциональных продуктах стимулируют поиск альтернативных источников углеводов, белков, витаминов и микроэлементов. Использование нетрадиционного растительного сырья открывает широкие возможности для улучшения пищевой ценности и расширения ассортимента мучных кондитерских изделий [3].

«Медовик» – это классика русской выпечки, которая до сих пор очень любима и сохраняющая свою востребованность на протяжении длительного периода времени. Его отличительные органолептические характеристики, такие как нежная структура бисквитных слоев, сбалансированная сладость и едва уловимая пряность, обусловлены присутствием натурального меда в качестве основного компонента рецептуры. Мёд – это частично переваренный в зобе пчелы цветочный нектар. Его основу (76 %) составляют фруктоза и глюкоза, 13-20% - вода, а на пыльцу и ферменты, которые вырабатывают пчелы, приходится всего 3% от общей массы. Однако именно они определяют уникальные свойства этого продукта: он придает силы, укрепляет иммунитет, улучшает аппетит, успокаивает, заживляет раны, а регулярное употребление мёда вместо сахара способствует похудению. В мёде содержится до 20 аминокислот, хотя общее количество белковых веществ в цветочном мёде мало: 0,08-0,17%. В пчелином мёде имеются почти все химические элементы, необходимые для правильного функционирования человеческого организма, который усваивает его

на 100%, в том числе витамины группы В, Е, К, С, провитамин А-каротин, фолиевая, пантотеновая, никотиновая, аскорбиновая кислота, кальций, железо, магний, фосфор, калий, натрий, цинк и другие минеральные вещества, необходимые для образования крови и роста костей. Полезные свойства меда обусловлены биологической природой меда и его сложным химическим составом. К основным свойствам меда относят кристаллизацию, брожение, гигроскопичность теплоемкость, теплопроводность, электропроводность, вязкость, плотность, оптическую активность, тиксотропию и другие. Кроме того, мед обладает бактерицидными, лечебными и диетическими свойствами. Благодаря лечебным свойствам, мед широко применяется в народной и традиционной медицине, используется для лечения недугов и профилактики заболеваний. Мед нормализует физиологические функции организма, поэтому его необходимо рекомендовать при комплексном лечении различных заболеваний [4].

Рассматривая кондитерские изделия как функциональный продукт, специалисты видят выход в использовании различных функциональных добавок, способствующих уменьшению количества сахара, жира и, соответственно, калорийности продукта. С этой точки зрения пристальное внимание специалистов пищевой промышленности привлекают продукты переработки плодов и овощей, в том числе тыквы [5].

Плоды тыквы – ценнейший пищевой и диетический продукт питания, источник богатого набора биологически активных веществ. Они содержат в себе хорошо усвояемые белки, пектин, углеводы, крахмал, органические кислоты, жиры, витамины, минеральные соли и другие вещества. Химический состав плодов тыквы в значительной степени зависит от различных технологических приемов выращивания, вида и сорта, а также почвенно-климатических условий и других факторов [6]. Плоды тыквы отличаются от плодов других бахчевых культур высоким содержанием пектина, который способен выводить из организма человека канцерогенные вещества и тяжёлые металлы. Пектиновые вещества неоднородны и представлены растворимым пектином, протопектином, пектиновой и пектовой кислотами. Желирующая способность пектина имеет большое значение при переработке продукта [7]. Тыква – это высокопитательный овощ со значительным потенциалом для применения в функциональных продуктах питания. Ее кожура и семена, помимо мякоти, являются важными источниками жизненно важных питательных веществ и биологически активных веществ [8]. Из-за своего химического состава и пищевых качеств получила широкое распространение в нашей стране. Её выращивают на Северном Кавказе, Нижнем Поволжье, Курской, Воронежской областях, Краснодарском и Ставропольском крае. Эта овощная культура, широко распространенная во всём мире из-за способности давать высокие урожаи и неприхотливости в выращивании. Немаловажным является её хорошая лёжкость [9]. Тыква одна из перспективных культур используемая в питании человека. Её добавляют в свежем виде в тесто при выпечке хлеба, запекают, жарят, маринуют, сушат, изготавливают повидло, джем, варенье, цукаты, конфеты. Производство функциональных продуктов питания даёт возможность максимально использовать уникальный химический состав плодов тыквы, обеспечивая получение широкого ассортимента продуктов переработки. Обладая ценными питательными свойствами, тыква является прекрасным сырьём для приготовления продуктов для детского и диетического питания, восполняющая необходимое количество жизненно важных элементов в питании человека. Круглогодичное употребление тыквы в свежем виде не возможно, продлить этот период можно только при хранении и переработке [10].

Целью наших исследований является разработка и оценка рецептуры медового торта с добавлением тыквенного пюре, направленного на расширение ассортимента кондитерских изделий с улучшенными органолептическими и питательными свойствами.

Объектом исследования является медовый торт с добавлением тыквы как модифицированный вариант классического десерта.

Пробные выпечки проводили по следующим вариантам:

1. Выпеченный полуфабрикат для медового торта по рецептуре с применением пшеничной муки высшего сорт без добавления тыквенного пюре.

2. Выпеченный полуфабрикат с применением тыквенного пюре.

3. Выпеченный полуфабрикат с применением пшеничной муки высшего сорта и добавлением тыквенного пюре в крем.

4. Выпеченный полуфабрикат и крем с применением тыквенного пюре.

Для торта использовалась мускатная тыква, так как она содержит повышенное количество натуральных сахаров – это позволяет слегка сократить количество добавленного сахара в рецепте, не теряя во вкусе. Мускатная тыква с лёгкими карамельными и ореховыми нотами, которые гармонично дополняют медовый вкус, а не перебивают его.

Тыкву очищают, нарезают на небольшие куски, запекают в духовке при 190 ºС в течение 20 минут до мягкости. Затем, с помощью блендера превращают в однородное пюре. Измельченную тыкву в виде пюре вводили в рецептуру коржей и крема для медового торта. Все остальные рецептурные компоненты использовались в одинаковом количестве на всех вариантах.

При подготовке сырья муку просеивали, масло сливочное разрезали на куски. Далее мед растапливали в кастрюле на маленьком огне, добавляли соду и постоянно помешивая, проваривали

до карамельного оттенка. К медовой смеси добавляли сливочное масло, для полного растворения. Массу охлаждали до температуры 40 ºС. В чаше миксера взбивали яйца с сахаром до образования пышной массы, добавляли тыквенное пюре. Затем вливали масляно-медовую массу во взбитую яичную массу, осторожно перемешивали. Затем вводили муку и тщательно перемешивали. Тесто выкладывали на противень, застеленную силиконовым ковриком, разравнивали и выпекали при температуре 160 ºС 6-8 минут. После остывания – коржи вырезали кондитерским кольцом нужной формы.

Рисунок 1 – Внешний вид выпеченных коржей

Как видно из рисунка 1, выпеченный корж имеет равномерный золотисто-оранжевый цвет и ровную текстуру. Поверхность коржа гладкая, с лёгкой мелкопористой текстурой – на ней заметны небольшие округлые поры, равномерно распределённые по всей площади. При надавливании корж слегка пружинит и восстанавливает форму. Медовые коржи предназначаются для торта, поэтому из выпеченных полуфабрикатов оформили торты. Для крема использована сметана 25 %-ной жирности, сахарная пудра и тыквенное пюре. На коржи нанесен крем и заготовка оставлена в холодильнике на 6 часов.

Рисунок 2 – Внешний вид и вид в разрезе медового торта

На рисунке 2 приведен внешний вид торта, где видно, что торт с обычными медовыми коржами отличается и имеет более бледный цвет. Масса крема использовалась по расчету в одинаковом количестве. По вкусу все изделия с хорошим вкусом, но торт с обычными медовыми коржами и тыквенно-сметанным кремом, всеми дегустаторами отмечается, как более сытный, пропитанный и оригинальный по сравнению с другими вариантами.

Таким образом, медовый торт с тыквенным пюре сохраняет узнаваемый характер классического десерта, но приобретает новые качества: более мягкую и влажную текстуру, насыщенный цвет, сбалансированный вкус и повышенную пищевую ценность. Это делает его привлекательным как для домашнего приготовления, так и для промышленного производства, отвечая современным трендам здорового и функционального питания.

Научный руководитель - Бурова Н.О.,к.т.н, доцент

Список литературы

1. Туровцев, В. А. Роль мучных кондитерских изделий в питании человека / В. А. Туровцев, И. М. Новикова, О. М. Блинникова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 318. – EDN OHXAWK.
2. Кокорева, Л. А. Анализ рынка и тенденции развития мучных кондитерских изделий в России / Л. А. Кокорева, А. Г. Бочкова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : Материалы X Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 25 апреля 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, - 2023. – С. 55-59. – EDN UWKDXS.
3. Беззуб, В. С. Использование нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / В. С. Беззуб, Д. В. Пефтиц // Пищевые добавки: рынок, инновации и перспективы : Материалы

международной научно-практической интернет-конференции преподавателей и молодых ученых, Донецк, 27 ноября 2024 года. – Донецк: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», - 2024. – С. 22-24. – EDN XOCDDE.
4. Перспективы использования семян тыквы в хлебопечении и производстве мучных кондитерских изделий / М. Б. Икрами, М. Б. Шарипова, Х. Абдуллоева, М. Самадова // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. – № 3(50). – С. 22-26. – EDN NGNQKT.
5. Белокурова, Е. С. Использование тыквы в технологии мучных кондитерских изделий / Е. С. Белокурова, А. Д. Севастьянова, Н. С. Шершнева // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : сборник научных статей материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 12 апреля 2019 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, - 2019. – С. 60-63. – EDN ZCKGMH.
6. Лодыгин, А. Д. Разработка технологии мучного кондитерского изделия с использованием плодов тыквы / А. Д. Лодыгин, Н. И. Давыденко // Пищевая индустрия. – 2019. – № 2(40). – С. 30-32. – DOI 10.24411/9999-008A-2019-10009. – EDN EYOWYP.
7. Шадрин, М. А. Инновации на рынке кондитерских изделий индустрии питания Омского региона / М. А. Шадрин // Современное состояние и потенциал развития туризма в России : XIV Международной научно-практической конференции, Омск, 21–22 декабря 2017 года / Под общей редакцией Е. В. Кулагиной. – Омск: Омский государственный технический университет, - 2017. – С. 148-152. – EDN XZHCWD.
8. Sumona Sharmin Impact of maturity stages on the physicochemical and bioactive compound composition of BARI-developed pumpkin (Cucurbita moschata) varieties. / Sharmin Sumona, Biswas Mrityunjoy, Biswas Bikramjit, Alam Mahfujul, Md. Akhtaruzzaman, Alam Asraful, Md. Rana Suman, Tabassum Mahadia, Hasan Mir Meahadi // Applied Food Research, Issue 1, - 2026, 101708, ISSN 2772-5022.
9. Безопасный продукт из тыквы -важный залог здорового питания / Т. А. Санникова, В. А. Мачулкина, А. В. Гулин, Н. И. Антипенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 3. – С. 162-170. – DOI 10.36107/spfp.2020.312. – EDN ORMTBF.
10. Журова, Н. Н. О пользе меда при производстве мучных кондитерских изделий / Н. Н. Журова, И. А. Марченкова // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : материалы V Международной интернет-конференции, Орел, 28 января – 25 2014 года. – Орел: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс", 2014. – С. 344-349. – EDN YHFSDH.

УДК 637.138

Сафаргалиева В.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ВИДА МОЛОКА НА КАЧЕСТВО МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ЖИМОЛОСТЬЮ

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальных исследований, посвящённых оценке влияния различных видов молока на технологические и потребительские свойства молочного десерта с использованием ягод жимолости. Испытания проводились с применением трёх типов молока: коровьего, козьего и кобыльего. Было выявлено, что наиболее предпочтительными характеристиками обладают десерты, приготовленные на основе козьего молока, отличающиеся гармоничностью вкуса и однородностью структуры. Использование коровьего молока обусловливает появление недостаточно привлекательного вкусового оттенка и снижение плотности структуры, а кобылье молоко вызывает нежелательное расслоение продукта. Химический анализ подтвердил позитивное влияние каждого типа молока на содержание витаминов и микроэлементов, повышая пищевую ценность конечного продукта.

Ключевые слова: молочный десерт, козье молоко, ягоды жимолости, показатели качества, пищевая и энергетическая ценность.

Молоко - это продукт, имеющийся в каждом доме еще с давних времен. Именно молоко является первым глотком пищи любого млекопитающего, будь то человек или жеребенок. За последние десятки лет и по сей день молочная отрасль активно развивается, как в техническом плане, так и в технологическом, их ассортимент расширяется, начиная от различных кисломолочных продуктов, сыров, десертов, заканчивая спортивными напитками и готовыми смесями для новорожденных, но все это сводится к первоначальному источнику – молоку [1].

Молоко имеет сложный состав, переваримость молока и молочных продуктов составляет 95-98%, что и обеспечивает его легкоусвояемость. Молоко может отличаться по составу в зависимости от многих факторов (породы животного, возраста, состояние здоровья, периода лактации, рациона питания, условий содержания и района, времени года и др.), но в целом молоко состоит на 87,5% из воды и на 12,5% из сухого вещества, которое в свою очередь состоит из белка 3,3%, молочного жира 3,8%, молочного сахара (лактоза) 4,7%, минеральных веществ 0,7%, макро- и микроэлементов, витаминов, ферментов, гормонов, иммунных тел, газов, микроорганизмов, пигментов. Кроме того, в молоке из микроэлементов есть серебро, олово, хром, мышьяк, титан, ванадий, гелий. Также молоко отличается высоким содержанием лимонной кислоты (0,2%), она представлена в виде солей калия и кальция.

Рынок молока и молочной продукции, являясь одним из самых крупных сегментов пищевой промышленности, характеризуется большими объёмами производства и потребления: в последние годы наблюдается рост интереса потребителей к молочным продуктам, обладающим высокой пищевой ценностью и функциональными свойствами [2]. Основным сырьём для производства молочных продуктов является коровье молоко. Однако молоко, полученное от других видов животных, например козье, не уступает ему по питательной ценности [3].

Козье молоко, которое благодаря своим уникальным характеристикам становится всё более популярным на мировом рынке. Оно отличается высоким содержанием белка, витаминов и минералов, а также более лёгкой усвояемостью и биологической активностью по сравнению с коровьим молоком [4]. Разработка десертов на основе козьего молока представляет собой перспективное направление в пищевой промышленности. Такие продукты могут удовлетворить потребности потребителей, стремящихся к здоровому питанию, и предоставить альтернативу традиционным молочным десертам [5].

Целью моей исследовательской работы является изучение возможности применения козьего молока в технологии молочного десерта.

Экспериментальные исследования проводились по следующим вариантам:

1. Молочный десерт с жимолостью на основе коровьего молока по изначальной рецептуре (соотношение ягод к молоку 2:5 соответственно).
2. Молочный десерт с жимолостью на основе коровьего молока (соотношение ягод к молоку 3:20 соответственно).
3. Молочный десерт с жимолостью на основе козьего молока.
4. Молочный десерт с жимолостью на основе кобыльего молока.

Таблица – Рецептура молочного десерта с жимолостью

Ингредиенты	Вид десерта			
	Коровье молоко (1)	Коровье молоко (2)	Козье молоко	Кобылье молоко
Молоко, мл	250	300	300	300
Эритрит, г	120	13,5	13,5	13,5
Жимолость, г	100	45	45	45
Ванилин, г	4	0	0	0
Желатин, г	8	8	8	8
Вода, мл	25	25	25	25

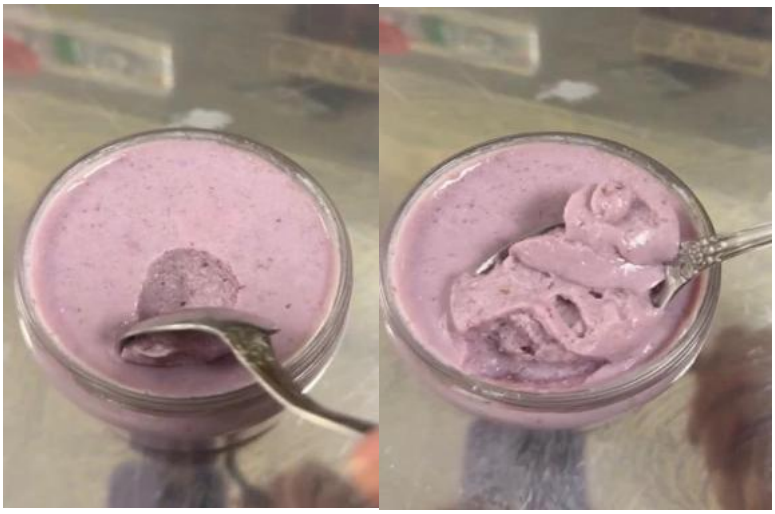


Рисунок 1 – Готовый молочный десерт после стабилизации консистенции в холодильнике

Оценка проводилась по следующим показателям:

- Внешний вид и консистенция: однородная масса, без сгустков, хлопьев, посторонних частиц.
- Вкус и запах: чистый, свойственный свежему продукту, без посторонних привкусов и запахов (кормовых, химических, окисленных).
- Цвет: от розового до темно-фиолетового, свойственный молочному десерту из жимолости.

Полученные результаты органолептической оценки приведены в таблице 1.

В первую очередь разморозила ягоды жимолости при комнатной температуре. Промыла прохладной проточной водой и осторожно обсушила бумажным полотенцем.

Вторым шагом приступила к подготовке подварки: соединила ягоды с сахарозаменителем «Эритрит», довела до кипения и прокипятила в течение 3 минут.

Третьим шагом удостоверилась, что молоко свежее и пастеризовано, температура его хранения была ниже +6 °С. Налила молоко в кастрюлю и поставила на слабый огонь. Прогрела до температуры около 40 °С, используя термощуп, периодически помешивая ложечкой.

В теплое молоко добавила подготовленную заранее подварку, перемешала, тонкой струйкой добавила желатин, предварительно залитый холодной водой. Все тщательно перемешала, убедилась в отсутствии комочков.

Готовый состав перелила в стеклянные баночки, заполняя их чуть больше половины объема. Оставила заполненные баночки в холодильник при температуре +5 °С на срок не менее 3 часов с целью стабилизации консистенции для последующей органолептической оценки (рис.1).

Таблица 1 – Анализ органолептических показателей

Показатели	Тестируемые объекты			
	Десерт на основе коровьего молока		Десерт на основе козьего молока	Десерт на основе кобыльего молока
	2:5	3:20		
Внешний вид и консистенция	неоднородная масса с нерастворенными частицами желатина	однородная недостаточно плотная масса, без сгустков, хлопьев, посторонних частиц	однородная достаточно плотная масса, без сгустков, хлопьев, посторонних частиц	неоднородная расслоившаяся масса со сгустками
Вкус и запах	«пустой» вкус, чистый запах	«пустой» вкус, чистый запах	насыщенный вкус, чистый запах	«пустой» вкус, чистый запах
Цвет	темно-фиолетовый	фиолетовый	светло-фиолетовый	светло-фиолетовый

Таким образом, я выявила, что козье молоко придает наиболее благоприятные органолептические свойства молочному десерту и расширяет современный ассортимент данного продукта. Проведенные мной исследования по физико-химическим показателям приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ физико-химических показателей

Анализ	Анализируемый объект			
	Десерт на основе коровьего молока		Десерт на основе козьего молока	Десерт на основе кобыльего молока
	2:5	3:20		
Определение общего КМАиФАМ, КОЕ/г (см3)	$\leq 10^5$	$\leq 10^5$	$\leq 10^5$	$\leq 10^5$
Определение БГКП	отрицательно	отрицательно	отрицательно	отрицательно

Все образцы молочных десертов по физико-химическим показателям соответствуют требованиям государственного стандарта.

Таким образом, результаты проведенных испытаний показали, что наиболее подходящим видом для приготовления десерта является козье молоко, которое в настоящее время набирает популярность и ценится за свои полезные свойства и высокую пищевую ценность. Благодаря исследованию удалось подобрать вариант молочного десерта с наилучшими органолептическими показателями для потребителей.

Научный руководитель - Бурова Н.О.,к.т.н, доцент

Список литературы

1. Пьянкова, Е. В. Общие сведения о молоке / Е. В. Пьянкова, У. И. Кундрюкова // Молодежь и наука. – 2017. – № 1. – С. 31. – EDN XXLXNV.

2. Анцыперова, М. А. Белковая и липидная составляющая коровьего, козьего молока и низколактозного напитка на козьем молоке / М. А. Анцыперова, Т. П. Арсеньева // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 3(35). – С. 76-87. – EDN THEHWT.
3. Технология производства десертов на основе козьего молока / Р. К. Макеева, Д. А. Тлевлесова, Л. Л. Гиноян [и др.] // Вестник университета Шакарима. Серия технические науки. – 2024. – № 2(14). – С. 288-298. – DOI 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-35. – EDN SNMTXQ.
4. Сравнительная оценка козьего и коровьего молока / А. В. Сутуло, Е. А. Зубарева, В. А. Тимошенко, А. О. Кульчановский // Актуальные проблемы ветеринарно-санитарной экспертизы и гигиены сельскохозяйственных животных : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ и 25-летию с момента присвоения статуса университета для преподавателей, молодых ученых, обучающихся, Омск, 30 апреля 2019 года. – Омск: ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА, - 2019. – С. 164-167. – EDN CNQPDZ.
5. Суфьянова, Л. М. Оценка качества козьего молока / Л. М. Суфьянова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2024. – С. 537-539. – EDN QMYCKV.

УДК 637.072

Скобелева М.Ф.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАННОЙ КРУПЫ В ТЕХНОЛОГИИ ФРИКАДЕЛЕК ДЕТСКИХ

Аннотация. Представленная работа посвящена разработке рецептуры детских фрикаделек, изготовленных из смеси говядины и свинины с добавлением различных видов манной крупы кукурузной, пшеничной, овсяной и рисовой.

Ключевые слова: манка рисовая, манка кукурузная, манка пшеничная, манка овсяная говядина, свинина.

Манка – это пшеничная крупа грубого помола, которая производится в основном из твердых сортов пшеницы. Манка широко используется для приготовления различных блюд, в частности манной каши, сырников и манных клецок. Из витаминов в манке содержатся в небольших количествах витамины группы В (В1, В2, В5, В6, В9), Е, альфа-токоферол, ниацин и РР. В манке также присутствуют кальций, калий, селен, магний, фосфор, сера, железо и цинк [1].

Рисовая манка – крупа, созданная на основе рисовой культуры. Для получения характерных крупинок используется специальное оборудование. Рисовая манка не содержит примесей сои, молока, пшеничного крахмала. Но, главное, этот продукт не содержит глютен. Из этой крупы варят манную кашу, которая по вкусовым качествам ничуть не уступает пшеничному варианту. Также этот компонент можно использовать в качестве основы для приготовления манных десертов: кремов, пудингов, пирожных, выпечки. Рисовая манка – прекрасная альтернатива классической манной крупе, которую можно употреблять людям, страдающим целиакией, а также придерживающимся безглютеновой диеты. Рисовая манная крупка отлично насыщает, заряжает энергией, повышает работоспособность. Продукт помогает вывести токсины и шлаки, а также способствует устранению лишней жидкости из мягких тканей [2].

Кукурузная манка – это кукурузная крупа самого мелкого помола, не более 1,2 мм, которую за такой размер назвали манкой. Название прижилось, поэтому многие производители пакуют свой товар в упаковку с надписью «кукурузная манка». Продукт такой градации имеет ряд преимуществ, одними из которых является сокращение периода варки и приготовление самых нежных каш, подобных пюре, и вкусных кукурузных палочек. В детском питании она занимает особое место благодаря необычному вкусу и полному отсутствию глютена. Своими полезными свойствами простые блюда из кукурузной манки позволяют разнообразить любое ежедневное меню. Кукурузная манка имеет низкий уровень аллергенности, и поэтому её часто включают в детское меню. Благодаря содержащимся биологически активным веществам кукурузная манка также оздоровит и подарит силы мамам во время беременности и пожилым людям. Кроме того, этот продукт хорошо насыщает и при этом малокалориен [1].

Несмотря на большое количество полезных свойств, кукурузную манку следует употреблять с осторожностью при склонности к аллергиям. Также чрезмерное употребление кукурузной манки может вызвать активную моторику кишечника, что может вызвать неприятные ощущения и тяжесть в желудке. Не стоит употреблять данный продукт людям, страдающим от сахарного диабета, из-за высокого гликемического индекса, который возрастает при тепловой обработке блюда [3]. Мясо – это основной источник не только белков, но и жиров, которые влияют на усвоение белков, витаминов,

минеральных солей и покрывают часть энергетических затрат в организме ребенка. Животные жиры служат источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Исследователи С.С. Нефедов и А.В. Устинова определили, что продукт, предназначенный для детей младшего возраста, должен обладать мягкой структурой, учитывая особенности их способности пережевывать и проглатывать пищу. Однако для нормальной работы оборудования и сохранения привлекательного внешнего вида готового изделия его структура также должна оставаться стабильной и легко подвергаться формованию. Чтобы обеспечить необходимые условия, целесообразно сочетать мясное сырье с сухими растительными ингредиентами. Повышение концентрации указанных добавок до максимального уровня (5 %) привело к снижению значений напряженности среза и разрушения во всех образцах, исключая образцы фрикаделек с добавлением картофельных хлопьев. Вероятно, это объясняется высоким содержанием крахмала в хлопьях и их склонностью к набуханию при увлажнении, что придает готовому изделию нежелательные свойства структуры. Напротив, рисовая мука не проявляла склонности к набуханию в процессе увлажнения, вследствие чего при концентрации 5% фрикадельки с ней демонстрировали наименьшие значения структурно-механических свойств и обладали соответствующей мягкой, приятной текстурой, сохраняя при этом хорошую устойчивость формы. Фрикадельки с манной крупой (5%) также успешно формировались, удерживали свою форму и не деформировались после тепловой обработки, отличаясь приятными вкусовыми качествами и легкостью пережевывания [4, 5].

Цель исследования заключалась в изучении влияния состава сухого растительного компонента на качественные характеристики готовых изделий, включая текстуру, сочность, способность сохранять форму и усвояемость детского организма. Исследование проводилось путем проведения пробной жарки с последующим анализом основных физико-химических и органолептических показателей качества в лабораторных условиях кафедры агроинженерии и технологии производства, переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Марийский Государственный университет» г. Йошкар-Ола.

Для эксперимента были выбраны следующие варианты:

1. Фрикадельки детские с добавлением манки пшеничной (контроль);
2. Фрикадельки детские с добавлением манки рисовой;
3. Фрикадельки детские с добавлением манки кукурузной;
4. Фрикадельки детские с добавлением манки овсяной.

Состав сырья фрикаделек для контрольного варианта был следующим:

-говядина – 54 г;
-свинина – 30 г;
-крупа манная пшеничная – 10 г;
-лук репчатый – 2 г;
-молоко сухое – 4 г;
-перец душистый молотый – 0,08 г;
-соль поваренная – 1,2 г;
-вода питьевая – 15 г.

Сначала взвесили необходимое количество говядины и свинины, после чего мелко натёрли репчатый лук. Остальные ингредиенты также взвесили и аккуратно, соблюдая последовательность, внесли в фарш, добиваясь однородности. После этого сформовали круглые заготовки для фрикаделек. Далее обжаривали их на сковороде, периодически доливая воду, чтобы гарантировать полное приготовление мяса.

В ходе эксперимента оценивались основные физико-химические и технологические показатели качества, такие как прочность нарезки, упругость, цвет, аромат и вкусовая привлекательность. Полученные результаты показали, что использование кукурузной манки способствует увеличению вязкости массы и повышению твердости конечного продукта, тогда как пшеничная и рисовая манка придают изделиям мягкость и легкую текстуру, облегчающую процесс жевания и переваривания. На рисунках 1 и 2 показаны готовые изделия.

Внесенные добавки оказали существенное влияние на вкусовые свойства фрикаделек детских. Органолептические показатели приведены в таблице. Оптимальное соотношение мяса и растительных компонентов было установлено экспериментально путем анализа результатов органолептической оценки и лабораторных исследований. Выявлено, что введение в рецептуру манной крупы позволяет создавать блюда, обладающие сбалансированным вкусом, оптимальной влажностью и повышенной пищевой ценностью. Это особенно важно для питания детей младшего возраста, которым необходима мягкая пища с улучшенной текстурой и легкой усваиваемостью.

Рисунок 1 – Фрикадельки с манкой пшеничной и рисовой

Рисунок 2 – Фрикадельки с манкой кукурузной и овсяной

Были проведены исследования с тремя видами круп - кукурузной, рисовой и овсяной. Результаты экспериментов подтвердили положительное влияние добавления сухой растительной составляющей на улучшение потребительских качеств продукта, таких как текстура, сочность и сохранение формы.

Анализ полученных данных выявил, что каждый тип манки оказывает специфическое воздействие на готовый продукт. Так, кукурузная манка увеличивает плотность и стабильность массы, пшеничная улучшает сочность и облегчает формирование изделий, а рисовая способствует созданию мягкой и эластичной текстуры, повышая удобство употребления детьми младшего возраста. Кроме того, полученные опытные партии показали высокую степень соответствия требованиям стандартов качества пищевых продуктов для детского питания, обеспечивая оптимальное содержание биологически активных веществ и необходимую энергетическую ценность.

Таблица - Органолептические показатели готовых изделий

Показатели	Варианты			
	Фрикадельки с пшеничной манкой (контроль)	Фрикадельки с рисовой манкой	Фрикадельки с кукурузной манкой	Фрикадельки с овсяной манкой
Внешний вид	Свойственный данному изделию.			
Форма	Круглая			
Цвет	Коричневый	Коричневый	Коричневый	Коричневый
Запах	Характерный для мясного продукта.		Характерный для мясного продукта, слегла присутствует запах кукурузы.	Не характерный для данного изделия.
Вкус	Характерный для мясного продукта вкус.		Характерный, благодаря кукурузной манке есть сладковатый вкус.	Не характерный для данного изделия, благодаря овсянной манке имеется сильный вкус горечи.
Вид на разрезе	Представляется собой пласт мякоти.		Представляется	Представляется

	Не видно добавки манки.	собой пласт мякоти и виднеются крупинки манки.	собой пласт мякоти. Не видно добавки манки.

Таким образом, исследования продемонстрировали, что среди различных видов манки именно кукурузная наилучшим образом подходит для приготовления детских фрикаделек. Это заключение было сделано на основании дегустационных оценок участников эксперимента, которые отметили лучшие органолептические показатели продукции с добавлением кукурузной манки.

Научный руководитель – Бурова Н.О. к.т.н., доцент

Список литературы

1. Биологически активная добавка для мясных продуктов / Б. А. Баженова, М. Б. Данилов, Ю. Ю. Забалуева [и др.] // Все о мясе. – 2016. – № 3. – С. 14-19. – EDN WEHVJV.
2. Каши промышленного производства в питании детей раннего возраста / И. Н. Захарова, Т. Э. Боровик, Л. Л. Степурина [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 104-111. – EDN RASZSB.
3. Технология переработки зерна пшеницы мягких сортов с высоким выходом манной крупы марки М / Р. Х. Кандроков, Г. В. Дулаев, Н. П. Володин [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 1. – С. 62-63. – EDN RXEZVT.
4. Паньковский, Г. А. Многофакторный статистический анализ процесса гидротермической обработки рисовой крупы [Регрессионная модель определения энергозатрат на процесс гидротермической обработки рисовой крупы, скорость влагопоглощения и степень клейстеризации крахмала] / Г. А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2004. – № 1. – С. 64. – EDN HBGJHJ.
5. Нефедов, С. С. Мясные консервированные фрикадельки для питания детей старше года / С. С. Нефедов, А. В. Устинова, О. К. Деревицкая // Пищевая промышленность. – 2011. – № 9. – С. 40-42. – EDN OHFXZZ.

УДК 664.87:613.2

Подковырина О.Е.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ТРЕНДРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ: БЫСТРОЕ, ПОЛЕЗНОЕ, ЭКОЛОГИЧНОЕ

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции развития рынка пищевых концентратов, обусловленные изменением потребительских предпочтений и технологическими инновациями. Анализируется рост сегмента продуктов быстрого приготовления, трансформация их потребительских свойств в сторону функциональности и пользы для здоровья, развитие специализированных линеек для детского и диетического питания. Особое внимание уделяется экологическим аспектам производства и упаковки, а также перспективным технологиям, включающим 3D-печать продуктов и биосинтез компонентов. Представлен сравнительный анализ развития отрасли в России и мире, определены ключевые драйверы роста и барьеры.

Ключевые слова: пищевые концентраты, функциональное питание, продукты быстрого приготовления, экологичная упаковка, биотехнологии, 3D-печать еды.

Индустрия пищевых концентратов переживает фундаментальную трансформацию. Если на этапе становления ключевыми критериями были длительность хранения и скорость приготовления, то сегодня потребитель ожидает от концентратов также пользы для здоровья, натуральности состава и экологичности производства. Этот сдвиг отражает глобальный тренд осознанного потребления, который формирует новые требования ко всем звеньям производственной цепочки. Цель данной работы - выявить и проанализировать основные тренды развития рынка пищевых концентратов в России и мире, оценить их влияние на технологические и маркетинговые стратегии производителей.

Мировой рынок пищевых концентратов демонстрирует устойчивый рост. По данным исследовательской компании Grand View Research, в 2025 году его объем оценивался в 320 млрд. долларов, а среднегодовой темп роста (CAGR) до 2030 года прогнозируется на уровне 6,8%. Основными драйверами выступают урбанизация, рост занятости населения и увеличение спроса на готовые решения для питания. При этом структура спроса смещается в сторону более здоровых и функциональных продуктов [1].

Мировые тенденции ясно указывают на увеличение спроса на растительные концентраты. Потребители становятся более осведомленными об экологическом следе своих пищевых привычек и ищут альтернативы, позволяющие снизить нагрузку на окружающую среду. Инновационные разработки, такие как текстурированные растительные белки (в том числе из гороха, сои, рапса, люпина), позволяют создавать продукты, которые по вкусу и питательной ценности не уступают традиционным мясным и молочным изделиям. По оценкам Bloomberg Intelligence, рынок

растительных белков вырастет до 25 миллиардов долларов к 2030 году [2]. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики традиционных и альтернативных источников белка.

Таблица 1 – Сравнение традиционных и растительных источников белка

Параметр	Говядина (фарш)	Соевый концентрат	Гороховый изолят	Текстурированный пшеничный белок
Содержание белка, %	18–20	65–70	80–85	70–75
Содержание жира, %	15–25	1–3	1–2	2–4
Углеводы, %	0	15–20	5–10	10–15
Экологический след (CO_2)	высокий	низкий	низкий	средний

Новые методы переработки растительного сырья - экструзия, ферментация, биоинженерия - позволяют создавать продукты с улучшенной текстурой, вкусом и питательной ценностью. Постепенное включение растительных концентратов в повседневное питание (растительные заменители мяса, сыров, молока) способствует популяризации устойчивых продуктов среди широких масс.

Потребители всё чаще избегают продуктов со сложными химическими названиями в составе. Это стимулирует производителей заменять синтетические добавки натуральными: красителями на основе куркумы, паприки, свеклы; консервантами на основе растительных экстрактов (розмарин, зелёный чай); загустителями из гуаровой камеди, ксантана, пектина. В результате пищевые концентраты приобретают имидж более натуральных и полезных, что положительно сказывается на продажах, особенно в сегменте «премиум».

В России рынок продуктов быстрого приготовления также претерпевает значительные изменения. С одной стороны, рост интереса к здоровому питанию стимулирует производителей адаптировать ассортимент, делая акцент на натуральных ингредиентах и снижении содержания сахара и соли. С другой стороны, автоматизация производственных процессов способствует повышению качества и снижению себестоимости.

Согласно данным Росстата, в 2024 году выпуск сухих супов и бульонов составил около 29,9 тыс. тонн, что на 22,3% ниже показателей предшествующего периода. При этом наиболее активно производство осуществлялось в Центральном федеральном округе (доля - 63,6%). За период 2022–2024 годов средняя цена производителя уменьшилась на 11,1%: с 213 769,9 до 189 963,4 рубля за тонну. Однако снижение объёмов не означает стагнацию: оно может быть связано с переориентацией на выпуск более дорогих функциональных продуктов (например, супов с повышенным содержанием белка, обогащённых витаминами), а также с оптимизацией логистики [3].

Аналитики NielsenIQ отмечают снижение продаж традиционной лапши быстрого приготовления в России на 15,9% в натуральном выражении, несмотря на расширение ассортимента на 26%. Это сигнализирует о том, что потребители готовы переплачивать за качество и пользу, отказываясь от дешёвых продуктов с низкой пищевой ценностью [4].

Появление функциональных пищевых продуктов, обогащённых пробиотиками, витаминами, минералами, связано с развитием концепции функционального питания — направления, направленного на создание продуктов, содержащих физиологически активные ингредиенты, полезные для здоровья. Пробиотические концентраты представляют собой многокомпонентные системы, включающие микроорганизмы и продукты их метаболизма. Например, современные разработки содержат ферментированные экстракты на основе десятков растительных компонентов, сквашенных молочнокислыми бактериями в течение длительного времени (до 3,5 лет). Такие концентраты содержат не только пробиотики, но и ферменты, органические кислоты, витамины, аминокислоты [1].

Тренд на персонализацию питания особенно ярко проявляется в сегменте детских продуктов. Современные каши и смеси представляют собой сложные многокомпонентные системы, адаптированные к потребностям растущего организма. Например, каши на основе козьего молока с комплексом жиров, подобным жировому профилю грудного молока (бета-пальмитат), способствуют лучшему усвоению кальция и обеспечивают комфортное пищеварение [2]. Важным направлением становится разработка продуктов для различных возрастных групп и физиологических состояний - для беременных и кормящих, для пожилых людей, для спортсменов [3].

Ожесточённая борьба за потребителя вынуждает производителей внедрять инновационные технологии в упаковочной отрасли. Основной тренд - экологичность решений, позволяющих снизить воздействие на окружающую среду. Компании отказываются от избыточной упаковки, переходят на вторичное сырьё и биоразлагаемые материалы.

По экспертным оценкам, ежегодно в мире производится более 400 млн. тонн синтетических пластиков, до половины которых используется для упаковки, причём около 40% приходится на продукты питания. В качестве потребительской тары для концентратов могут использоваться пачки из бумаги и картона с внутренним пакетом из пергамента, фольги или биоразлагаемых полимеров. На сегодняшний день в мире существует более ста видов полностью биоразлагаемых полимеров на основе крахмала из возобновляемых ресурсов (картофель, кукуруза, зерновые).

Исследования, поддержанные Российским научным фондом (проект № 23-64-10007), подтвердили соответствие полученных плёнок требованиям ГОСТ и международных стандартов. Материал устойчив к влаге и жидким средам, а его гидрофобная поверхность препятствует развитию бактерий [4].

Инновационные технологии производства - 3D-печать продуктов питания. Технология 3D-печати активно развивается и позволяет создавать изделия с заданными текстурой, питательностью и внешним видом. В кондитерской промышленности принтеры используют для воплощения сложных геометрических форм из натуральных ингредиентов (шоколад, сахарная масса, пюре). Новые модели принтеров изготавливают многослойные изделия с точным биологическим составом. В России ведутся разработки по 3D-печати хлебобулочных изделий, что открывает возможности для персонализации питания и создания продуктов с контролируемым содержанием нутриентов [5].

Традиционное сельское хозяйство сталкивается с ограничениями по доступности земель, воды и климатическим условиям. В России развитие биотехнологий выделено в национальный проект «Технологическое обеспечение биоэкономики», стартовавший в январе 2026 года. К приоритетным направлениям отнесены аминокислоты, белки, пептиды, ферменты, растительные экстракты. Цель проекта к 2030 году — удвоение объёма производства биотехнологической продукции и повышение её доли в потреблении до 40 %.

Мировой рынок биоэкономики оценивается в 4 трлн долларов с прогнозом роста до 30 трлн к 2050 году. По данным Минпромторга, в 2024 году объём российского рынка биопродукции составил 4,75 млрд долларов — всего 0,1 % от глобального показателя. Технологическая зависимость от импорта достигает 80 %. Возрождение отрасли требует системной кооперации науки и производства, а также повышения инвестиционной привлекательности [6].

Мировой рынок биоэкономики оценивается в 4 трлн. долларов с прогнозом роста до 30 трлн к 2050 году. Российский рынок пищевых концентратов и биотехнологий имеет значительный потенциал роста, но сталкивается с ограничениями. По данным Минпромторга, в 2024 году объём рынка биопродукции составил 4,75 млрд. долларов - всего 0,1% от глобального показателя. Технологическая зависимость от импорта достигает 80%. При этом Россия обладает историческим опытом развития микробиологической промышленности (в советский период работало более 15 крупных заводов по производству кормовых белков и аминокислот). Возрождение отрасли требует системных мер: принятый нацпроект выделяет 36 продуктовых направлений, включая критические для пищевой промышленности ферменты, лимонную кислоту, загустители, витамины. Успех будет зависеть от кооперации науки и производства, а также от инвестиционной привлекательности [6].

Спрос на органическую продукцию растёт опережающими темпами: потребители готовы платить премиальную цену за подтверждённое отсутствие пестицидов и синтетических удобрений. Использование концентратов в производстве напитков с целенаправленным действием (иммунитет, энергия, пищеварение) расширяет рынок за пределы традиционных соков.

Концентраты на основе бобовых, злаков и орехов востребованы в производстве продуктов для веганов и людей с непереносимостью лактозы. В ближайшие годы следует ожидать дальнейшего сближения трендов здорового питания, экологичности и технологичности, что приведёт к появлению новых видов концентратов, максимально приближённых по своим свойствам к свежеприготовленным блюдам. [7].

Концентраты на основе бобовых, злаков и орехов востребованы в производстве продуктов для веганов и людей с непереносимостью лактозы. В ближайшие годы следует ожидать дальнейшего сближения трендов здорового питания, экологичности и технологичности, что приведёт к появлению новых видов концентратов, максимально приближенных по своим свойствам к свежеприготовленным блюдам.

Таким образом, индустрия пищевых концентратов вступает в новую фазу развития, где скорость приготовления перестаёт быть единственным конкурентным преимуществом. На первый план выходят качественные характеристики: сохранность пищевой ценности, функциональная направленность, натуральность состава и экологичность упаковки. Перспективы рынка связаны с ростом спроса на натуральные ингредиенты, удобство продуктов и устойчивые решения.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. Капитонов В.С. Разработка технологии пищевых концентратов быстрого приготовления на основе растительного сырья / В.С. Капитонов // Пищевая промышленность. - 2023. - № 4. - С. 45-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp
2. Каша Kabrita пшеничная с грушей, яблоком и персиком на молочной смеси для детей с 5 месяцев // Продукция Kabrita. - 2025. URL: https://www.kabrita.ru/products/kasha-pshenichnaya-s-fruktami
3. Васюкова А.Т. Способ получения многокомпонентной функциональной мучной смеси на основе крупы пшена шлифованного, фасоли, гороховой крупы, крупы перловой, полбы и ржи : патент RU 2845015 C1 / А.Т. Васюкова // Московский инновационный кластер. - Опубл. - 2025. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view
4. Волова Т.Г. Пищевую упаковку из рыбных отходов создали в Красноярске / Т.Г. Волова [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. - 2025. URL: https://journal.sfu-kras.ru/article/n/pishchevaya-upakovka-iz-rybnykh-otkhodov
5. Хлеб, напечатанный на 3D-принтере: учёные работают над едой будущего // Российская газета. - 15.06.2025. URL: https://rg.ru/2025/06/15/khleb-na-3d-printere.html
6. Сикамова А. Биоэкономика обречена быть экономной / А. Сикамова // Monocle. - 2026. - № 4. - 19.01.2026. URL: https://monocle.ru/articles/bioekonomika-obrechena-byt-ekonomnoy
7. Попов В.Г. Научное обоснование производства функциональных напитков / В.Г. Попов. - М. : Пищепромиздат, - 2016. - 215 с. URL: https://foodpromizdat.ru/publications/popov-v-g-nauchnoe-obosnovanie-proizvodstva-funktsionalnykh-napitkov

УДК 664.87

Подковырина О.Е.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ: ЧТО ПРОВЕРЯЮТ И КАК КОНТРОЛИРУЮТ

Аннотация. В статье рассматриваются фундаментальные аспекты контроля качества и безопасности пищевых концентратов. Проведен анализ ключевых органолептических и физико-химических показателей (влажность, время разваривания), регламентированных ГОСТ. Описаны современные методы лабораторного контроля и требования к маркировке продукции. Особое внимание уделено принципам системы ХАССП как основы управления рисками, а также классификации возможных дефектов и причин их возникновения.

Ключевые слова: пищевые концентраты, показатели качества, органолептические методы, физико-химические методы, система ХАССП.

Пищевые концентраты - важная категория продуктов, востребованная в современном обществе благодаря удобству приготовления, длительному сроку хранения и сбалансированному составу. К ним относятся сухие завтраки, концентраты первых и вторых блюд, кисели, смеси для выпечки и другие продукты быстрого приготовления. Их популярность растёт среди разных групп потребителей: от занятых городских жителей до туристов и представителей профессий с особыми условиями питания. Вместе с ростом спроса ужесточаются и требования к качеству и безопасности этой категории товаров. От их соответствия нормативам напрямую зависят здоровье потребителей и репутация производителей [2]. Нарушения технологических процессов, использование некачественного сырья или несоблюдение условий хранения могут привести к появлению дефектов, снижению пищевой ценности и даже возникновению угроз для здоровья - от аллергических реакций до пищевых отравлений. В последнее время всё чаще встречаются недоброкачественные продукты, которые импортируются в Россию из других стран. Зачастую зарубежные производители не соблюдают требования к качеству и безопасности пищевой продукции, установленные в действующей нормативной документации. Пищевые концентраты представляют собой сухие смеси предварительно подготовленных продуктов (муки, круп, сахара, молочных компонентов), предназначенные для быстрого приготовления готовых блюд [1].

Благодаря длительным срокам хранения и технологичности, они занимают важное место в рационе питания различных групп населения — от туристов до детских учреждений. Обеспечение стабильного качества и безопасности данной продукции является приоритетной задачей, решаемой посредством комплекса контрольных процедур и внедрения систем менеджмента безопасности [2].

Качество пищевых концентратов в Российской Федерации регламентируется межгосударственными и национальными стандартами, а также техническими регламентами Таможенного союза (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»).

К методам контроля качества относятся - органолептические методы основаны на анализе восприятий органов чувств. Они являются первичным и обязательным этапом контроля, но должны

дополняться инструментальными методами. Оценку проводят лица, прошедшие испытания на сенсорную чувствительность, в специальном помещении, соответствующем требованиям ГОСТ [1]. Физико-химические методы, одним из важнейших параметров является массовая доля влаги, которая для основной массы концентратов устанавливается в пределах от 5,5 до 13%. Данный интервал выбран неслучайно: влажность ниже 5,5% делает продукт излишне хрупким и экономически невыгодным из-за избыточной сушки, а превышение 13% резко сокращает срок годности, создавая благоприятную среду для развития микроорганизмов и ускорения прогоркания жировх [3]. Вторым его ключевым показателем выступает время разваривания (восстановления) продукта, норматив варьируется от 10 до 30 минут в зависимости от типа концентрата и степени предварительной обработки сырья. Быстрое разваривание достигается за счёт варки с последующим плющением или клейстеризации крахмала.

Физико-химические методы поддаются количественному измерению и выполняются с использованием лабораторного оборудования:

• Влажность определяют методом высушивания до постоянной массы при 100–105 °C (арбитражный метод). Для проб, содержащих сахар, добавляют прокаленный песок для предотвращения карамелизации [4].

• Кислотность - титриметрическим методом: содержание жира - экстракционно-весовым методом (в аппарате Сокслета); содержание белка - методом Кьельдаля (определение общего азота); минеральные примеси - методом сжигания и прокаливания; металломагнитные примеси - с помощью магнита и последующим взвешиванием.

Современные лаборатории также используют экспресс-методы: инфракрасные анализаторы для одновременного определения влажности, белка, жира; рефрактометры для контроля сахара; pH-метры для кислотности.

Микробиологическая безопасность пищевых концентратов регламентируется ТР ТС 021/2011. Обязательному контролю подлежат: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов); БГКП (бактерии группы кишечных палочек); патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы; дрожжи и плесени. Отбор проб и подготовку к анализу проводят по ГОСТ 26668, 26669. Посевы выполняют на селективные среды с последующей инкубацией.

Маркировка пищевых концентратов должна соответствовать ГОСТ 24508-80 «Концентраты пищевые. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение» и ТР ТС 022/2011. Указываются: наименование продукта; состав (ингредиенты в порядке убывания массовой доли); пищевая ценность (белки, жиры, углеводы, калорийность); масса нетто; дата изготовления и срок годности; условия хранения; обозначение документа, в соответствии с которым изготовлен продукт; информация о наличии аллергенов и ГМО. Несоответствие фактического состава заявленному является основанием для изъятия продукции из оборота [4].

При этом упаковка должна обеспечивать сохранность продукта в течение всего срока годности: защищать от влаги, кислорода, света, механических повреждений. Для разных видов концентратов установлены разные сроки хранения: например, смеси с овсяной или кукурузной мукой хранятся не более 4 месяцев, остальные - до 6 месяцев [1].

4. Система ХАССП в производстве пищевых концентратов

Система ХАССП (Hazard Analysis and Critical Control Points) — современный подход к управлению безопасностью пищевых продуктов, основанный на предупреждении рисков. Её внедрение обязательно для производителей пищевой продукции в соответствии с ТР ТС 021/2011.

Этапы внедрения ХАССП:

1. Формирование рабочей группы и описание продукции.
2. Составление блок-схемы производственного процесса.
3. Анализ опасностей (биологических, химических, физических) на всех этапах: от приемки сырья до отгрузки готовой продукции.
4. Определение критических контрольных точек (ККТ).
5. Установление критических пределов для каждой ККТ.
6. Разработка системы мониторинга ККТ.
7. Разработка корректирующих действий.
8. Валидация и верификация системы.
9. Документирование и ведение записей.

Примеры критических контрольных точек (ККТ) при производстве пищевых концентратов

При внедрении системы ХАССП на предприятиях пищеконцентратной отрасли выделяют несколько ключевых этапов, требующих постоянного контроля.

На этапе приемки сырья основную опасность представляют возможное содержание микотоксинов и пестицидов. Критическим пределом здесь является строгое соответствие поступающих ингредиентов требованиям нормативной документации, а мониторинг осуществляется посредством входного контроля и проверки сопроводительных сертификатов качества.

Следующей важной точкой контроля выступает магнитная сепарация. Данный этап направлен на удаление металлических примесей. Критический предел установлен следующим образом: отсутствие частиц размером более 0,3 мм при общем содержании примесей не более $3 \cdot 10^{-4}$ %. Контроль проводится путем периодической проверки магнитов и их очистки.

В процессе смешивания компонентов главной опасностью является неравномерное распределение ингредиентов, что может повлиять на вкус и безопасность готового продукта. Критический предел - обеспечение однородности смеси, подтвержденное результатами лабораторных анализов. Мониторинг включает регулярный отбор проб и их исследование.

Заключительный этап - упаковка готовой продукции. Здесь существует риск вторичного микробиологического обсеменения и увлажнения продукта. Критическим пределом выступает герметичность и целостность упаковки. Контроль осуществляется визуально, а также с помощью течеискателей для проверки качества запайки швов [3].

В производственной практике выделяют несколько групп дефектов:

1. Дефекты влажности:

- повышенная влажность (следствие нарушения сушки или хранения) приводит к слеживанию, комкованию, плесневению;
- пониженная влажность - к ухудшению восстанавливаемости и потере массы.

2. Дефекты вкуса и запаха:

- прогоркание жиров (при длительном хранении жиросодержащих компонентов, особенно под действием света и кислорода);
- посторонние привкусы (сорбция запахов при нарушении товарного соседства);
- недовыраженный вкус (недостаток ароматизаторов или нарушение рецептуры).

3. Дефекты консистенции:

- неполное разваривание (нарушение гидротермической обработки крупы);
- расслаивание или излишняя вязкость (нарушение дозировки стабилизаторов и загустителей).

Микробиологическая порча:

- плесневение и брожение (при повышенной влажности и доступе кислорода);
- развитие бактерий (нарушение герметичности упаковки).

Ответственность за нарушение требований к качеству и безопасности пищевых концентратов юридические лица и индивидуальные предприниматели несут административную, уголовную и гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством РФ. Это предусмотрено статьёй 26.1 Федерального закона от 02.01.2000 №29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [5]. Например, за реализацию некачественной пищевой продукции (например, с истёкшим сроком годности) установлена административная ответственность. Такие продукты признаются некачественными и опасными, не подлежат реализации, утилизируются или уничтожаются [6].

Таким образом, многоуровневая система контроля качества и безопасности пищевых концентратов, основанная на соблюдении стандартов и принципах ХАССП, обеспечивает выпуск безопасной продукции. Совершенствование системы возможно за счёт модернизации лабораторий, повышения квалификации персонала, автоматизации контроля и изучения новых видов сырья.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. ГОСТ Р 50366-92. Концентраты пищевые. Полуфабрикаты мучных изделий. Общие технические условия. – Москва : Госстандарт России, 1992. – 8 с.
2. Продукты здорового питания: дефекты и риски производства / Коллектив авторов // Научный журнал НИИ. – 2014. – № 3. – С. 119–125.
3. ГОСТ 15113.4-77. Концентраты пищевые. Методы определения влаги. – Москва : Издательство стандартов, 1977. – 6 с.
4. О нарушениях требований к маркировке пищевой продукции : информация Управления Роспотребнадзора по Республике Марий Эл от 23 мая 2018 г. // Официальный сайт Управления Роспотребнадзора по Республике Марий Эл. – 2018. – URL: https://12.rospotrebnadzor.ru/bytag1/-/asset_publisher/qS9W/content/в-маркировке-все-важно .
5. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции : Технический регламент Таможенного союза : принят Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 242 с. – URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01408369/cncd_21122011_880 .
6. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки : Технический регламент Таможенного союза : принят Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 28 с. – URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01408370/cncd_21122011_881 .

УДК 664.87

Подковырина О.Е.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СЫРЬЕ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНЬРАТОВ: ОТ ЗЕРНА ДО ДОБАВОК

Аннотация. В статье рассматривается комплексное изучение сырья, используемого в производстве пищевых концентратов, от первичного зернового сырья до функциональных добавок, повышающих пищевую ценность и улучшающих потребительские свойства продукции. Проведен анализ основных групп сырья: зернового (крупы, бобовые), вторичного мясомолочного (сухое молоко, яичный порошок), жирового и вкусоароматического. Особое внимание уделено влиянию пищевых добавок на технологический процесс, а также функциональной роли сырья в формировании потребительских свойств готового продукта. Приведены характеристики нетрадиционных видов сырья и перспективы их использования.

Ключевые слова: основные виды сырья, крупы, бобовые, овощи, мясо, рыба, сухое молоко, яичный порошок, жиры, пищевые добавки, стабилизаторы, ароматизаторы, красители, нетрадиционное сырьё.

Современные пищевые концентраты прочно вошли в рацион современного человека как удобные и практичные продукты быстрого приготовления с длительным сроком хранения. Они сочетают в себе сбалансированный состав и простоту использования, что делает их востребованными среди самых разных групп потребителей - от занятых городских жителей до туристов и представителей профессий с особыми условиями питания. Производство таких продуктов опирается на широкий спектр сырья: от традиционных зерновых культур до высокотехнологичных функциональных добавок. Именно выбор и грамотное сочетание компонентов определяют пищевую ценность, органолептические свойства, безопасность и в конечном счёте конкурентоспособность готовой продукции [1].

Актуальность рассмотрения темы обусловлена целым рядом факторов. Прежде всего, наблюдается устойчивый рост спроса на пищевые концентраты, что требует от производителей не только наращивания объёмов выпуска, но и постоянного совершенствования рецептур. Одновременно усиливается необходимость повышения пищевой ценности продукции - в том числе за счёт использования обогащающих добавок и нетрадиционных видов сырья. Развитие технологий переработки позволяет сохранять максимум полезных веществ и улучшать потребительские свойства концентратов, а ужесточение требований к безопасности и качеству сырья (в том числе к содержанию ГМО, пестицидов, микотоксинов и других потенциально опасных веществ) задаёт дополнительные ориентиры для отрасли. Кроме того, на фоне растущей тенденции к персонализации питания появляется спрос на концентраты с заданными свойствами — безглютеновые, низкокалорийные, высокобелковые и другие, что ставит перед технологами задачу тщательного подбора компонентов.

Индустрия пищевых концентратов занимает важное место в структуре питания современного человека, предлагая продукцию с длительными сроками хранения и стабильным качеством. Как отмечают исследователи, «особое значение среди пищевых концентратов имеют концентраты сладких блюд, поскольку важнейшим потребителем таких продуктов являются детские учреждения» [2].

1. Традиционное растительное сырьё:

1.1. Крупяное сырьё (зерновые). В производстве пищевых концентратов применяют следующие крупы: гречневую, перловую, ячневую, овсяную, пшеничную, кукурузную, манную, пшено и рис. Крупы характеризуются высоким содержанием углеводов (в основном крахмала) и белков, небольшим количеством жира. Для производства концентратов быстрого приготовления крупы подвергаются специальной гидротермической обработке (плющение, варка, микронизация), что клейстеризует крахмал и сокращает время варки готового продукта до 3-5 минут [2]. В монографии В.А. Крохалева и Л.А. Кокоревой подробно рассматривается разработка технологии производства смесей на основе крупяного сырья с улучшенными потребительскими свойствами [3].

В таблице 1 представлен химический состав основных круп, используемых в пищеконцентратной промышленности.

Таблица 1 – Химический состав круп (на 100 г сухого продукта)

Крупа	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Рисовая	7,0	1,0	74,0	330
Гречневая	12,6	3,3	62,1	335
Овсяная	11,0	6,1	59,5	342
Пшеничная	11,5	1,3	62,0	310

1.2. Бобовые культуры. В производстве пищевых концентратов применяют горох, фасоль, чечевицу и сою. Бобовые богаты растительным белком: в сое его содержание достигает 40%, липидов - до 20%. Они служат основой для гарниров и супов-пюре, требуют тщательной подготовки для удаления ингибиторов пищеварения (термическая обработка, проращивание, ферментация) и сокращения времени варки (используются в виде муки или экструдированных продуктов) [4].

1.3. Овощное сырьё. В производстве пищевых концентратов овощи применяют в сушёном виде (картофель, морковь, лук, свекла, капуста, томаты, зелень). Технологии сушки - конвективная, сублимационная (лиофилизация), вальцовая - позволяют максимально сохранить витамины, цвет и вкус. Сублимированные овощи обладают наилучшей восстанавливаемостью и органолептикой. Согласно данным А.Т. Васюковой с соавторами, «концентрация БАВ и БЖУ в порошке из морской капусты выше на 10–20 %, чем в свежей ламинарии», а показатели БЖУ порошка из лисичек превышают сырые грибы на 10–20 % [5].

2. Сырьё животного происхождения:

2.1. Мясо и рыба. Мясные и рыбные компоненты используются в сушёном и сублимированном виде (хлопья, порошки, бульоны, экстракты). Качество исходного сырья критически важно, так как оно напрямую влияет на вкус и содержание белка в восстановленном блюде. В исследовании С.В. Золотокоповой с соавторами отмечается, что «в рыбном и рыборастительном пищевом концентрате по сравнению со свежей рыбой почти в 5 раз увеличивается количество белка» (за счёт удаления влаги) [6].

Технология получения варёно-сушёного мяса включает варку, измельчение, сушку до влажности 8–10%. Такое мясо хорошо восстанавливается за 10–15 минут варки.

2.2. Молочные продукты и яйцепродукты. Сухое молоко (цельное, обезжиренное) - незаменимая основа для молочных каш, соусов, пюре, десертов. Придаёт блюдам сливочный вкус и повышает энергетическую ценность. Получают распылительной или вальцовой сушкой. Яичный порошок получают высушиванием свежих яиц на распылительных или вальцовых сушилках. Используется для омлетов, запеканок, мучных смесей как источник полноценного белка и эмульгатор.

2.3. Жиры и масла. В производстве пищевых концентратов применяют гидрированные растительные жиры (гидрожир) с температурой плавления 34–36,5 °С, кондитерский жир, а также рафинированные растительные масла (подсолнечное, соевое, рапсовое). Жиры улучшают вкус, повышают калорийность, влияют на консистенцию. Для предотвращения прогоркания вводят антиокислители (токоферолы, аскорбилпальмитат) [5].

3. Пищевые добавки и их функциональная роль. Пищевые добавки используются для придания продуктам аппетитного вида, вкуса, запаха, а также для увеличения срока годности и улучшения технологических свойств.

3.1. Классификация добавок по технологическим функциям. Стабилизаторы гуаровая камедь, ксантановая камедь, каррагинан удержание влаги, формирование текстуры.

Загустители модифицированные крахмалы, пектин, мальтодекстрин увеличение вязкости, улучшение консистенции.

Эмульгаторы лецитин, моно- и диглицериды жирных кислот стабилизация эмульсий, улучшение смешиваемости.

Ароматизаторы натуральные (эфирные масла, экстракты), идентичные натуральным, искусственные создание или усиление вкусоароматических свойств.

Красители натуральные (куркумин, каротины, антоцианы), синтетические восстановление или придание цвета.

Консерванты сорбиновая кислота, бензоат натрия подавление роста микроорганизмов.

Антиокислители аскорбиновая кислота, токоферолы, экстракты розмарина замедление окисления жиров.

Исследование функционально-технологических свойств сухих рыборастительных концентратов показало, что «наибольшая степень набухания у сухого рыборастительного концентрата (180 %), наименьшая - у сухого концентрата из рыбного фарша без растительных добавок (140 %)» [7]. Это подтверждает важность растительных компонентов для улучшения текстуры.

3.2. Нетрадиционные виды сырья и перспективные добавки. В последние годы активно исследуется возможность использования в пищевых концентратах:

• семян чина, льна, киноа, амаранта (источники омега-3, клетчатки, белка);

• муки из насекомых (сверчки, саранча) - высокобелковый компонент, экологически устойчивый;

• водорослей (спирулина, хлорелла) - источники белка, витаминов, антиоксидантов;

• вторичных продуктов переработки (жмыхи, шроты, выжимки) - для обогащения клетчаткой и снижения себестоимости.

4. Критерии качества сырья и входной контроль. Качество исходных компонентов регламентируется ГОСТ, ТУ и требованиями СанПиН. На предприятии организуется входной контроль, включающий: проверку сопроводительных документов (сертификаты, декларации); оценку

состояния упаковки и маркировки; органолептическую оценку (цвет, запах, внешний вид); определение физико-химических показателей (влажность, кислотность, массовая доля жира, белка, наличие примесей); микробиологический контроль (при необходимости).

5. Влияние сырья на потребительские свойства готового продукта:

• Вкус и аромат определяются «ключевыми» соединениями, содержащимися в сырье и добавках. Чем выше качество исходного экстракта (бульона, концентрата сока), тем натуральнее вкус готового блюда.

• Сроки хранения зависят от влажности сырья, содержания жиров, активности воды. Добавки-антиокислители и правильный подбор упаковки позволяют продлить срок годности.

• Скорость приготовления обеспечивается степенью предварительной обработки: варкой, плющением, микронизацией, экструзией. Для концентратов, не требующих варки, используют варёно-сушёные крупы и овощи, полученные сублимацией или взрывной сушкой.

• Консистенция формируется стабилизаторами и загустителями. Исследования показывают, что добавление растительных компонентов (мука бамии, кукурузная мука) увеличивает вязкость готового продукта [8].

Таким образом, производство пищевых концентратов представляет собой сложный технологический процесс, объединяющий сырьё различного происхождения - от зерновых культур до высокотехнологичных пищевых добавок. Современная пищевая индустрия невозможна без веществ, улучшающих внешний вид, вкус, цвет и сроки хранения. Пищевые концентраты стали основой пищевого рынка, обеспечивая удобство, безопасность и играя важную роль в создании специализированных продуктов (для спорта, туризма, медицины). Понимание свойств сырья позволяет технологам создавать продукты, экономящие время без ущерба для безопасности и вкуса. Дальнейшее развитие отрасли будет связано с расширением ассортимента используемого сырья, внедрением безотходных технологий и углублённой переработкой сельскохозяйственного сырья.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. Бугаец И.А. Разработка научно-обоснованных рецептур пищевых концентратов повышенной биологической ценности / И.А. Бугаец, М.Ю. Тамова, Н.А. Бугаец, Е.В. Барашкина // Известия вузов. Пищевая технология. - 2007. - № 1. - С. 88-89. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9495277

2. Ваншин В.В. Технология пищеконцентратного производства : учебное пособие / В.В. Ваншин, Е.А. Ваншина. - Оренбург : ОГУ, 2012. - 135 с. URL: http://elib.osu.ru/handle/123456789/9998

3. Крохалев В.А. Разработка технологии производства пищевых концентратных смесей на основе крупяного сырья с улучшенными потребительскими свойствами : монография / В.А. Крохалев, Л.А. Кокорева. - Курск : Университетская книга, 2018. - 193 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36799354

4. Юрченко Н.А. Растительно-белковые концентраты и продукты на их основе / Н.А. Юрченко // Вестник КрасГАУ. - 2007. - № 4. - С. 150-152. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12841800

5. Васюкова А.Т. Сравнительная характеристика порошкообразных растительных компонентов и сырья для использования в пищевых технологиях / А.Т. Васюкова, И.У. Кусова, М.М. Дышекова, А.В. Мошкин, А.Р. Эдварс, А.С. Москаленко // Агропромышленные технологии Центральной России. - 2024. - № 3(33). - С. 9-17. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75096165

6. Золотокопова С.В. Влияние растительных ингредиентов на качество сухих рыборастительных пищевых концентратов / С.В. Золотокопова, И.В. Корома, А.А. Неваленная, А.И. Миронов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2024. - Т. 86. - № 1. - С. 207-211. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67980384

7. Золотокопова С.В. Функционально-технологические свойства сухих рыборастительных концентратов / С.В. Золотокопова, И.С. Корома, А.А. Неваленная, А.И. Миронов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2023. - Т. 85. - № 4. - С. 113-118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60055674

8. Петров В.В. Влияние растительных добавок на реологические свойства пищевых концентратов / В.В. Петров, А.А. Сидоров // Пищевая наука и технологии. - 2025. - № 2. - С. 45-50.

УДК 663.952.13

Еноктаева М.В., Кокушкина А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Злаки являются важными основными сельскохозяйственными культурами и основными источниками питания и энергии, они богаты биоактивными фитохимическими веществами, обладающими полезными для здоровья свойствами. Злаки обладают большим потенциалом для переработки в функциональные напитки, поскольку содержат широкий спектр биоактивных

фитохимических веществ, таких как фенольные соединения, каротиноиды, пищевые волокна. Эти напитки могут заменить чай из обжаренных злаков. В данном обзоре основное внимание уделяется основному виду функциональных напитков, производимых из злаков. Напиток на основе злаков могут представлять собой многообещающий новый класс полезных функциональных напитков в нашей повседневной жизни по мере того, как пищевая промышленность становится все более разнообразной.

Ключевые слова: жареный чай, ячмень, злаки, функциональный напиток.

Рацион большинства людей в основном включает злаки и их производные в качестве основного источника калорий и питательных веществ, как в развивающихся, так и в развитых странах [1]. Злаки - это злаки семейства, которые выращивают ради съедобных частей их зерна или семян (кариопсиса) [2]. Некоторые злаки из незлаковых семейств (например, киноа из семейства Amaranthaceae, гречиха из семейства Polygonaceae обычно относят к злакам, несмотря на то, что с научной точки зрения они классифицируются как псевдозлаки. Злаки, являясь крупным источником полезных макро- и микронутриентов, а также обладая значительной концентрацией биоактивных фитохимических веществ, обладающих полезными для здоровья свойствами, считаются важными компонентами рациона человека.

Сегодня одного вкуса недостаточно, чтобы удовлетворить потребителей, желающих приобрести высококачественные, богатые питательными веществами напитки. В результате производители безалкогольных напитков сосредоточились на напитках с низким или нулевым содержанием калорий и сделали акцент на органических компонентах в безалкогольных напитках. Функциональные продукты питания — это продукты, которые, помимо необходимых питательных веществ, содержат биологически активные компоненты в достаточном количестве для пользы здоровья потребителя [3]. Помимо стандартного питания, эти продукты обычно содержат компоненты, способствующие укреплению здоровья. Наиболее распространенным классом функциональных продуктов питания являются функциональные напитки, поскольку они позволяют добавлять желаемые питательные вещества и биоактивные вещества для поддержания водного баланса, а также обладают омолаживающими, энергетическими, успокаивающими или улучшающими внешний вид свойствами. Традиционно злаки использовались для производства целого ряда полезных для здоровья напитков, потребляемых на местном уровне в разных частях мира [4]. Однако по сравнению с напитками, приготовленными из фруктов, овощей или лекарственных трав, напиткам на основе злаков уделялось слишком мало внимания. В процессе ферментации злаков образуются летучие молекулы, такие как спирты, органические кислоты, альдегиды, кетоны, а также карбонильные компоненты, которые в совокупности формируют сложный вкусовой профиль, делающий продукт очень привлекательным [5].

Ячмень имеет низкое содержание жира и богат витаминами и антиоксидантами. Потребление глюканов ячменя связано с иммуностимулирующим действием, а также со снижением уровня холестерина, глюкозы в плазме крови и риска рака толстой кишки.

Гречиха - это псевдозлак, он используется мало, но обладает большим потенциалом в качестве полезного ингредиента в самых разных продуктах питания [6]. Катехины, рутин и другие полифенолы, обладающие значительными преимуществами для здоровья, способствуют его сильной антиоксидантной активности.

Рис - это основной продукт питания, который бывает двух видов: пигментированный и непигментированный. Темно-красный пигментированный рис может оказывать благотворное воздействие на здоровье благодаря высокому содержанию пищевых волокон, которые могут способствовать снижению гликемического индекса, тем самым снижая риск развития диабета у взрослых [7].

Одним из основных и распространенных компонентов злаков, способствующих укреплению здоровья, являются пищевые волокна, относящиеся к другому семейству биоактивных фитохимических веществ [8]. Злаки являются значительным источником пищевых волокон, составляя примерно 50% от общего количества потребляемых в западных странах. Пищевые волокна в основном содержатся в отрубях и эндосперме злаковых зерен. Их можно описать как природные углеводы со степенью полимеризации три или выше, которые естественным образом присутствуют в продуктах растительного происхождения и не перевариваются и не всасываются в тонком кишечнике [9].

Традиционно в странах Восточной Азии, особенно в Корее, Китае и Японии, готовят чай из злаковых зерен без кофеина. Чай из злаковых зерен представляет собой настой, приготовленный из обжаренных зерен, поскольку обжарка придает ему характерный аромат. Обычно обжаренные цельные зерна или порошок кипятят перед завариванием в горячей воде или подают горячим или холодным. При обжаривании зерен до более темного цвета при температуре около 150 °C может быть потеряно большое количество тиамина и рибофлавина. Концентрация акриламида, органического и водорастворимого соединения, в темных обжаренных зернах также может быть очень высокой. Основной химический процесс, участвующий в образовании акриламида, известен как

«реакция Майяра». Она естественным образом происходит в злаковых продуктах во время высокотемпературной обработки, такой как жарка, запекание и приготовление на гриле при температуре выше 120 °C и низкой влажности [10]. Благодаря обилию биоактивных компонентов в чае из злаковых культур, считается, что в нем присутствуют различные полезные для здоровья свойства. Именно эти компоненты в чайном настое, особенно водорастворимые, придают чаю из обжаренных злаковых культур его полезные свойства. Если остатки злаков добавить в настой или употреблять целиком, польза для здоровья будет еще больше.

Потенциальная польза для здоровья от чаев из злаковых культур.

Для приготовления традиционного корейского чая, известного как кукурузный чай, используются цельные зерна кукурузы. Для приготовления кукурузного чая зерно сушат, обжаривают, а затем смешивают с кипятком, получая ярко-желтый чай. Большинство корейских семей пьют этот знаменитый зимний чай, который, как считается, обладает утоляющими жажду, детоксицирующими и мочегонными свойствами. Оксусу-ча - это название чая, который заваривают в Корее из обжаренной кукурузы (рис.1). Поскольку обжарка придает напитку особый аромат, она является важным этапом в производстве напитков на основе кукурузы. Традиционный метод обжарки и извлечения зерен кукурузы в Корее - использование горячей воды. Обжарка зерен кукурузы повышает безопасность пищевых продуктов, а также качество промежуточных или готовых товаров за счет улучшения вкуса, содержания и активности антиоксидантов. Галловая кислота, кофейная кислота, гомогентизиновая кислота, q-кумаровая кислота, нарингин, феруловая кислота, гесперидин и мирицетин - это фенольные кислоты, обнаруженные в жареной кукурузе [11].

Рисунок 1 – Жареная кукуруза

Коричневый рис - популярная цельнозерновая крупа, поскольку содержит больше водорастворимых компонентов (рис.2). Правильно обжаренный коричневый рис может приобрести особый вкус, что делает его более популярным среди потребителей. На сегодняшний день во всех видах риса обнаружено более 300 летучих химических веществ, включая кетоны, альдегиды, эфиры, спирты и гетероциклические соединения [12]. На качество готовой продукции также существенно влияют изменения микроструктуры, вызванные обжаркой. Замачивание может ускорить изменения микроструктуры, высвобождение ароматических молекул и растворение питательных веществ, растворимых в воде. Хёнми-ча, разновидность обжаренного риса, часто используется в Корее (чай из коричневого риса). Из обжаренного риса готовят напиток под названием сонгён. Когда рис (обычно белый рис) на дне кастрюли покрывается подгоревшей корочкой, в кастрюлю немедленно наливают воду. В отличие от хёнми-ча, рисовые зерна готовятся довольно долго, пока не станут мягкими, после чего их можно проглотить вместе с жидкостью.

Рисунок 2 – Коричневый рис

Ячмень, одна из древнейших зерновых культур в мире, является ключевым ингредиентом в нескольких региональных кухнях (рис.3). В ячмене содержится множество биологически активных фитохимических веществ, обладающих потенциальной пользой для здоровья [13]. Традиционный освежающий напиток, называемый ячменным чаем, популярен в Китае, Японии, Корее и других странах. Ячменный чай, также называемый «восточным кофе», обладает приятным ароматом. Считается также, что ячменный чай снижает уровень холестерина в крови. В качестве альтернативы кофе, жареный ячменный чай поставляется в молотом виде, иногда смешанный с цикорием или

другими ингредиентами (ячменный кофе). Ячменный кофе часто и широко употребляется европейцами. Рожь, цикорий, ячмень или сахарная свекла обжариваются вместе, чтобы создать Инку, заменитель кофе без кофеина. В этом напитке злаки составляют около 72% смеси.

Рисунок 3 - Ячмень

Сорго, зерновая культура, произрастающая в Северо-Восточной Африке, является пятой по распространенности зерновой культурой в мире (рис.4). В зависимости от сорта, оно может содержать значительное количество ряда фенольных соединений, таких как флавоноиды, фенольные кислоты, а также конденсированные дубильные вещества [14]. Регулярное употребление сорго может снизить риск развития некоторых заболеваний, таких как рак, болезни сердца или диабет второго типа. Следовательно, растет спрос на использование сорго для создания функциональных продуктов питания, способствующих укреплению здоровья. Сырые зерна сорго необходимо замочить, пропарить, а затем обжарить, чтобы получить чай из зерен сорго.

Рисунок 4 – Сорго

Еще один распространенный зерновой чай - гречишный (рис.5), который в последнее время приобрел популярность в Корее, Китае и Японии благодаря своему особому аромату обжарки и полезным для здоровья свойствам. Этот чай обычно заваривают с использованием обжаренных цельных зерен, горячей воды или кипячения, а также часто используют другие незерновые ингредиенты, такие как листья и стебли гречихи. В этом отношении гречишный чай сравним с другими чаями, приготовленными из злаковых. Гречиха превосходно сбалансирована по питательным и функциональным элементам, и кулинарная и медицинская отрасли проявляют к ней все больший интерес. Благодаря сбалансированному аминокислотному составу и гиполипидемическим свойствам, белки гречихи превосходят белки многих других злаковых. Гречишный чай готовят как из обычной, так и из татарской гречихи, но татарская гречиха употребляется чаще из-за более высокого содержания фенольных соединений. Татарская гречиха широко употребляется людьми во всем мире. Гречишный чай можно условно разделить на два типа: чай из цельного растения и чай из цельного зерна. В настоящее время в продаже имеется множество продуктов из гречихи, включая цельные зерна, пророщенные зерна, очищенные от ветвей зерна, отруби или целое растение (листья, цельное зерно или стебли). Эти продукты обрабатываются с использованием ряда технологий, включая замачивание, пропаривание, сушку, обжаривание и экструзию.

Рисунок 5 – Гречишный чай

Различные злаки содержат витамины и минералы, фолиевую кислоту, тиамин, железо, ниацин, марганец, пищевые волокна, а также цинк. Употребление богатых питательными веществами блюд, содержащих белок, липиды, витамины группы В, витамин Е и минералы, связано с употреблением цельнозерновых злаков, которые также связаны с улучшением качества питания. Большая часть этих питательных веществ сосредоточена в отрубях. Однако, поскольку это часто вызывает проблемы при обработке, отруби обычно удаляются в процессе переработки пищевых продуктов. Несмотря на это, злаковые отруби могут быть использованы для производства функциональных продуктов питания или напитков, а также в качестве обогащающего элемента, который можно добавлять в продукты или напитки. Это очень полезное для здоровья и функциональное вещество.

Таким образом, в последние несколько лет чай, приготовленный из злаковых зерен, привлекает к себе значительное внимание, т.к. доказано, что благотворное влияние напитков из злаков на здоровье напрямую связано с содержащимися в них биоактивными фитохимическими веществами. Одно из привлекательных качеств злакового чая - его характерный жареный или солодовый аромат. Однако необходимы дальнейшие исследования для выявления летучих компонентов, придающих этим злаковым напиткам специфический запах.

Научный руководитель - Кислицына Н.А., старший преподаватель

Список литературы

1. ГОСТ 32177-2013 Чай и продукты переработки чайного листа. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, - 2013. — 78 с.
2. ГОСТ Р 52345-2005 Чай. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, - 2005. — 12 с.
3. Аникиенко, Т.Г. Микронутриентный состав и вкусовые свойства напитков из зернового сырья / Т.Г. Аникиенко, О.В. Макарова // Вопросы питания. — 2018. — Т. 87, № 2. — С. 85-91.
4. Бабич, А.О. Технология производства продуктов здорового питания из зернового сырья. — М.: ДеЛи плюс, - 2020. — 320 с.
5. Васильева, Е.А. Химический состав и биологическая ценность напитков из ячменя / Е.А. Васильева // Аграрный вестник Урала. — 2019. — № 10 (191). — С. 24-29.
6. Волков, С.А. Особенности использования зерновых культур в производстве функциональных продуктов питания. — Кемерово: КузГТУ, - 2021. — 150 с.
7. Гречишкин, А.Г. Исследование влияния технологических параметров на качество гречишного напитка / А.Г. Гречишкин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2020. — № 61. — С. 187-194.
8. Данилов, А.И. Зерновые напитки как альтернатива традиционным. — М.: ВИЛАР, - 2017. — 180 с.
9. Зайцева, Н.В. Полезные свойства напитков из кукурузы: обзор исследований / Н.В. Зайцева // Современные научные исследования и разработки. — 2018. — № 5 (22). — С. 34-38.
10. Иванова, Л.С. Разработка рецептур и технологии производства композиционных зерновых напитков / Л.С Иванова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2022. — № 8 (214). — С. 135-142.
11. Кузьмина, О.В. Пищевая ценность и функциональные свойства напитков на основе ячменя / О.В. Кузьмина // Фундаментальные исследования. — 2019. — № 9. — С. 145-150.
12. Макарова, О.В. Зерновые компоненты в составе напитков для здорового образа жизни / О.В. Макарова // Питание и здоровье. — 2020. — Т. 10, № 1. — С. 55-62.
13. Орлова, Т.Г. Технология производства напитков из зерновых культур. — Воронеж: ВГАУ, - 2021. — 240 с.
14. Петрова, Е.Н. Анализ рынка функциональных напитков на основе растительного сырья / Е.Н. Петрова // Экономика и предпринимательство. — 2018. — № 1 (90). — С. 812-817.

УДК 663.8

Кокушкина А.А., Еноктаева М.В.
Марийский Государственный Университет, Йошкар-Ола

СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОГО ЧАЯ С РАСТИТЕЛЬНЫМ ТРАВЯНЫМ СЫРЬЕМ

Аннотация. Черный чай является одним из наиболее популярных горячих напитков в мире благодаря своему уникальному вкусу, аромату и полезным свойствам. Традиционно черный чай изготавливается исключительно из листьев чайного куста, однако современные тенденции в области пищевого производства направлены на расширение ассортимента продукции и создание новых вкусов, полезных свойств и потребительских качеств напитка. Одним из перспективных направлений является использование растительного травяного сырья.

Ключевые слова. Чай, заменители чая, продукты из чая, аромат, полезные свойства

Чай имеет богатую историю: в Китае его употребляли на протяжении тысячелетий. Травяной чай появился еще во времена династии Тан. С древних времен растения изучали с целью их применения в традиционной медицине, а также в пищевой промышленности для повышения пользы для здоровья и экологичности различных продуктов питания. Особое внимание уделялось биоактивным компонентам, содержащимся в таких растениях, в основном вторичным метаболитам, которые в значительной степени определяют биологическую активность и функциональность этих растений. Многочисленные исследования показали, что многие из этих растений обладают различными биологическими свойствами.

Травяные чаи сильно различаются по составу; они изготавливаются из натуральных продуктов, в основном из различных трав, и обладают множеством полезных свойств для здоровья человека. Растительное сырье, используемое в травяных чаях, включает в себя свежие или сушеные корни, стебли, листья, плоды, цветы, семена, кору или целые растения одного или нескольких чайных видов. Травяной чай готовится путем заваривания или кипячения растительного сырья [1].

Были проведены обширные исследования чайных продуктов; однако исследования конкретно травяного чая все еще относительно слабы, и не было исследований, полностью посвященных классификации травяных чаев. Поэтому мы стремимся всесторонне рассмотреть классификацию травяных чаев, а также основные биологические свойства травяных чаев лекарственных растений.

Большинство сортов чая можно отнести к неферментированным, они производятся по технологии изготовления зелёного чая. Существуют также полуферментированные (например, улун) и ферментированные (например, чёрный чай) сорта.

Раскрыты способы получения черного чая с травяным сбором, предусматривающие обработку растительного сырья путем его высушивания в барабанной зерносушилке при температуре 45 ^{0}С в течение 40 мин, затем охлаждения до температуры окружающей среды и последующего смешивания с черным чаем в купажном барабане при частоте вращения 4-5 об/мин в течение 5-6 мин, фасовку и упаковку полученной смеси, при этом в первом варианте смесь содержит чай черный, цветки ромашки, плоды шиповника, створки фасоли обыкновенной, надземную часть птичьего горца, семена льна, корень цикория, во втором варианте - чай черный, цветки ромашки, плоды шиповника, створки фасоли обыкновенной, надземную часть птичьего горца, траву зверобоя, корень одуванчика, лист брусники. Группа изобретений позволяет сократить время сушки [2].

Изобретение относится к пищевой промышленности и может быть использовано на чайных фабриках по фасовке и купажированию чайной продукции.

Известен способ получения черного байхового чая с растительными добавками, такими, как лист крапивы, трава тысячелистника, трава чабреца, при котором растительное сырье высушивают с применением инфракрасной сушки при температуре 40-50 ^{0}С в течение 60-90 мин с массовой долей влаги не более 14%. В чай черный байховый добавляют высушенное растительное сырье, помещают в купажный барабан и перемешивают при частоте вращения 4-5 об/мин в течение 5-6 мин, затем фасуют и упаковывают готовый продукт [3].

Недостатком данного способа с является значительное снижение количества минеральных веществ и витаминов при инфракрасной сушке, что уменьшает положительное воздействие на организм человека.

Существует множество видов травяных чаёв, в состав которых входят народные лекарственные растения с многовековой историей. По всему миру есть местные рецепты травяных чаёв, которые традиционно используются в народной медицине. Антиоксидантная активность ряда фенольных соединений, содержащихся в травяных чаях, может предотвращать нейродегенеративные заболевания и облегчать их течение, что делает эти напитки привлекательными для потребителей [3].

Однако у травяных чаёв есть и свои недостатки. Несмотря на то, что традиционное применение травяных чаёв хорошо известно, необходимо подтвердить их пользу как продуктов

здорового питания с помощью современных фармакологических исследований. Нынешний потребительский спрос на продукты здорового питания привел к совершенствованию стандартов качества продукции, поскольку натуральные биологически активные ингредиенты травяного чая способствуют разработке инновационных продуктов.

Техническая задача направлена на повышение функциональных свойств, повышение пищевой и физиологической ценности чая, предназначенного в качестве пищевого продукта для улучшения обменных процессов [4].

В цветах ромашки содержатся флавоноиды, эфирные масла (хамазулен, бисаболол), органические кислоты, горечи и дубильные вещества (рис. 1). Они обеспечивают её полезные свойства: успокоительные, противовоспалительные и улучшающие пищеварение.

Рисунок 1 - Сухие цветки ромашки

В плодах шиповника содержится 3000 мг % аскорбиновой кислоты, которая при переработке и хранении плодов максимально сохраняется из-за отсутствия фермента аскорбиноксидазы. Шиповник богат витамином С, каротиноидами, витаминами группы В и Е, железом, калием, магнием, кальцием, антоцианами и пектинами. Это укрепляет иммунитет, улучшает здоровье кожи и глаз, поддерживает сердце и сосуды (рис.2).

Рисунок 2 - Сушеный шиповник

Горец птичий содержит флавоноиды (рутин, авикулярин), дубильные вещества, полисахариды, микроэлементы (кремний, железо, кальций), органические кислоты и витамины С, К. Трава горца птичьего отличается многосторонними фармакологическими свойствами, она также способствует синтезу инсулина и оптимизации его действия на тканевом уровне, так как содержит цинк, который стимулирует синтез инсулина и активирует иммунную систему, наряду с этим оказывает мочегонное действие, что способствует нормализации водно-солевого обмена (рис.3).

Рисунок 3 - Трава горца птичьего

Семена льна имеют низкий гликемический индекс за счет высокого содержания клетчатки. В наибольшей степени из витаминов, содержащихся в семенах льна покрывается суточная потребность

в витамине В 6. Содержание магния в 100 г семян льна полностью восполняет суточную потребность в этом микронутриенте (рис.4).

Рисунок 4 - Семена льна

Корень цикория содержит инулин - вещество, оказывающее положительное влияние на организм при проблемах с повышенным сахаром в крови, а так же горечь интибин, фенольные соединения, сахара, белки, минеральные соли (калий, магний, кальций, железо) и витамины группы В. Улучшает пищеварение, микрофлору кишечника и обладает антиоксидантными свойствами (рис.5).

Рисунок 5 - Корень цикория

В траве зверобоя обнаружены сапонины, флавоноиды (гиперозид, рутин, кверцитин), Р-каротин, эфирное масло, красящие и дубильные вещества, смолы; никотиновая и аскорбиновая кислоты, витамины Р и РР, холин, антоцианы, сапонины, спирты и т.д. Обладает успокаивающим, противовоспалительным и антимикробным действием (рис.6).

Рисунок 6 - Трава зверобоя

Полезные свойства листьев брусники обусловлены присутствием арбутина, меди, танинов, антиоксидантов, флавоноидов, дубильных веществ, органических кислот, бензойной кислоты антоцианами, минералами (калий, магний, железо) и витаминами С, А, В-группы. Обладают антисептическими, противовоспалительными и мочегонными свойствами (рис. 7).

Рисунок 7 - Листья брусники

Введение в чай черный травяных сборов позволяет достигнуть ожидаемых технических результатов и повышения минерального, витаминного состава и антиоксидантных свойств продукта за счет введения готовых сборов лекарственно-растительного сырья.

Процентное соотношение ингредиентов травяного чая зависит от роли компонентов в смеси. Условно ингредиенты можно разделить на 3 группы, где основой является 50–70% смеси. Главный компонент, который задаёт тон всему напитку. Например, ферментированный иван-чай (кипрей), листья малины, смородины, земляники. Активные добавки - 20–40% смеси. Эти ингредиенты несут основную вкусовую, ароматическую и полезную нагрузку. Например, мята перечная, мелисса, ромашка, чабрец (тимьян), липовый цвет. Ароматизатор или специи — 5–10% смеси. Эти компоненты добавляют, чтобы подчеркнуть особый вкус. Например, цедра апельсина, лимона, корица, имбирь. При этом строгих законов пропорций нет, но есть принцип, который помогает создать гармоничный вкус: «3-2-1»: 3 части основы — например, 30 грамм иван-чая; 2 части активных добавок — можно взять один или два ингредиента. Например, 15 грамм мяты и 5 грамм шиповника и 1 часть ароматизатора или специи — например, 10 грамм цедры апельсина или 5 грамм корицы и 5 грамм имбиря.

Рисунок 8- Разновидности чая с травяным сырьем

Перечень чайных изделий и способов производства чайных напитков является только частью широкого ассортимента продукции (рис. 8). Расширение его ассортимента и внедрения в промышленность новых изделий и способов позволяет в значительной степени улучшить обеспечение отечественных потребителей различными видами чая [5]. Тенденции развития ассортимента и использование редких ингредиентов для чая, например, василька, а также дикорастущих растений, таких как шиповник, боярышник и бузина, может придовать напитку лёгкий цветочный вкус и аромат, укрепляя иммунитет и улучшая пищеварение. Поэтому для создания чайных купажей проводят эксперименты с сочетанием трав с другими ингредиентами, так например, чёрный дикий чай из Юньнань смешивают с чабрецом для создания более пряного и богатого букета или с лемонграссом для свежести и цитрусовых нот.

Готовые к употреблению травяные чаи и ароматизированные смеси в последнее время набирают популярность, особенно среди молодых потребителей, которые предпочитают удобство без ущерба для пользы для здоровья. При этом наиболее популярными являются этнические и экзотические травяные смеси, которые взяты из традиционных практик Азии, Африки и Южной Америки. У российских производителей, выпускающие травяные чаи, особо отличаются производитель «Сибирский Иван-Чай» - напиток из натуральных трав и ягод, выпускает травяные чаи; «Императорский чай», который имеет более 200 наименований чайно-кофейной продукции, включая травяные и фруктовые, листовые и пакетированные чаи; АО «Красногорсклексредства»,

производитель препаратов на растительной основе, а также БАД, специализированных пищевых продуктов, травяных и фруктовых смесей для чаёв. Многие компании, импортируют растительное сырьё для производства своих травяных чаёв, например, как ООО «ОМЕГА» из Ирана, Индии, Китая и Египта.

Таким образом, учитывая то, что травяные чаи в основном используются в народной медицине, необходимы дальнейшие исследования, чтобы установить связь между биологической активностью и традиционным применением, что расширит их потенциальный рынок сбыта. Кроме того, широко распространены исследования традиционного применения травяных чаёв, но их потенциальная загрязнённость и токсичность изучаются редко. Необходимо провести детальные исследования, чтобы полностью понять механизмы действия и снизить потенциальную токсичность травяных чаёв, тем самым обеспечив соответствующие предприятия научной базой и теоретической поддержкой для производства и коммерциализации травяных чаёв.

Научный руководитель-Кислицына Н.А.-старший преподаватель

Список литературы

1. Гавриленко, О.Е. Использование травяных сборов в производстве элитных сортов черного чая / О.Е. Гавриленко, Э.Л. Гордеева // Современные проблемы науки и образования. — 2019. — № 3.
ГОСТ 32573-2013 Чай черный. Технические условия
2. Овчаренко, И.Ф. Перспективы улучшения качества чёрных чаёв путём включения фитосырья / И.Ф. Овчаренко, Л.Н. Федорович // Известия вузов. Химия и химическая технология. — 2019. — Т. 62, вып. 1.
3. Патент № 2462873 C1 Российская Федерация, МПК A23F 3/40. способ получения чая с добавками : № 2011118854/10 : заявл. 10.05.2011 : опубл. 10.10.2012 / О. В. Чугунова, Е. В. Пастушкова, А. Д. Беляков, Н. В. Заворохина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный экономический университет" (ФГБОУ ВПО "УрГЭУ"). – EDN AEXVGZ.
4. Патент № 2690651 C2 Российская Федерация, МПК A23F 3/34, A23F 3/16. Композиция для получения чайного напитка или травяного и растительного отваров : № 2015140897 : заявл. 27.02.2014 : опубл. 04.06.2019 / Ф. Раго, Б. Момпон, С. Руссо [и др.] ; заявитель СВМ ЛЮКСЕМБУРГ С.А.Р.Л.. – EDN SSWEOR.
5. Чахова Е. И. Совершенствование технологии производства чайных продуктов / Е. И. Чахова, И. И. Татарченко, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. - 2003. - №2-3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-tehnologii-proizvodstva-chaynyh-produktov

УДК 664.691/694

Пидалина Е.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

КАК ДЕЛАЮТ ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ: ОТ СУШКИ ДО УПАКОВКИ

Аннотация. В статье рассмотрены базовые технологические процессы производства пищевых концентратов: гидротермическая обработка зерна, сублимационная и инфракрасная сушки. Описаны этапы производственного цикла - от подготовки сырья до фасовки, а так же виды упаковки и требования к условиям хранения.

Ключевые слова: пищевые концентраты, технология производства, гидротермическая обработка, сублимационная сушка, инфракрасная сушка, регидратация, упаковка, условия хранения, функциональные продукты.

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений, что пищевые продукты оказывают серьезное влияние на здоровье человека и продолжительность его жизни. Состояние здоровья, работоспособность, настроение, поведение и творческая активность людей находятся в прямой зависимости от полноценности, безопасности, количественных и качественных характеристик питания. Оптимально сбалансированная по составу и безопасная для организма пища является надежным жизненным источником и естественным защитником иммунной системы [1].

Пищевые концентраты - это продукты, предварительно обработанные кулинарным способом и обезвоженные для длительного хранения и быстрого приготовления пищи; интерес к их изучению растёт из-за повышенного спроса на удобные решения в питании - от продуктов быстрого приготовления до специализированных рационов для туристов, военнослужащих, участников экспедиций и формирований, задействованных в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (рис.1).

Рисунок 1 - Внешний вид различных видов пищевых концентратов (каши, супы, гарниры)

Гидротермическая обработка (ГТО) выступает неотъемлемым звеном в цепочке производства пищевых концентратов на зерновой основе. Процедура состоит из последовательного выполнения четырёх операций - увлажнения, пропаривания, отволаживания и сушки, — цель которых состоит в целенаправленном изменении технологических свойств зерна.

Как отмечает Д.В. Чащилов (2024) в своем исследовании, при получении гречневой крупы и муки используют различные режимы ГТО, которые позволяют регулировать потребительские и нутрицевтические свойства будущего продукта - цветность, хранимость, усваиваемость [2]. При этом основная задача ГТО заключается в клейстеризации крахмала и денатурации белков, что обеспечивает: повышение прочности ядра для более эффективного шелушения, уменьшение продолжительности варки конечного продукта, подавление активности ферментов, провоцирующих окисление и прогоркание жиров и улучшение вкусовых и ароматических характеристик продукта. Чащилов Д.В. отмечает, что в процессе гидротермической обработки (ГТО) применяют разные теплоносители: насыщенный либо перегретый водяной пар, а также горячий воздух. Примечательно, что даже гречневое сырьё ненадлежащего качества — сырое, пересушенное или перезимовавшее под снегом - можно превратить в продукт, соответствующий стандартам, используя усовершенствованные методы ГТО [2].

Особого внимания заслуживают сведения о том, как режимы ГТО воздействуют на нутрицевтический потенциал зерна. Поскольку гречневое зерно изначально обладает антиоксидантными свойствами, специально подобранные режимы обработки способны усилить этот эффект. Данная особенность создаёт благоприятные предпосылки для разработки функциональных пищевых продуктов на основе зерна [2].

Сублимационная сушка - это оптимальный метод удаления влаги, который гарантирует наилучшее сохранение ценных свойств исходного материала. В отличие от других способов, она не разрушает биоактивные компоненты и позволяет продукту сохранить естественный аромат, окраску и геометрию. В основе технологии лежит процесс сублимации: прямое превращение льда в пар без промежуточного перехода в жидкое состояние [3].

К современным методам сушки для обезвоживания образцов относится сублимационная сушка на установке Vikumer BFD-10 (рис. 2) – с чётко регламентированными этапами и параметрами процесса.

Рисунок 2 - Промышленная сублимационная сушилка Vikumer BFD-10 (внешний вид)

Учёные Тимирязевской академии Бакин И., Нугманов А. и Мустафина А. провели обширное исследование процессов восстановления свойств сублимированных плодово-ягодных продуктов. В ходе экспериментов ими были изучены 3 вида растительного сырья: авокадо, садовая земляника сорта «Пегас» и абрикос сорта «Водолей». Для обезвоживания образцов использовалась технология сублимационной сушки на специализированной установке Vikumer BFD-10 с заданными режимами и условиями обработки. Оценка способности высушенных продуктов к восстановлению проводилась при различных температурных условиях - от 5 °C до 80 °C. Исследователи предложили инновационный метод оценки влагопоглощающей способности материалов путём расчета коэффициента эффективности регидратации (RCM), который позволяет точно определить степень восстановления продукта. По результатам исследования ими было выявлено, что садовая земляника («Пегас») обладала наибольшей способностью к гидратации при низкой температуре (5 °C), демонстрируя максимальный показатель RCM = 86,15 %. Абрикос, сорта «Водолей», наилучшим образом восстанавливался при умеренной температуре (45 °C) и показывал эффективность регидратации 79,59 ± 0,94 %, а авокадо продемонстрировало максимальную способность к поглощению влаги при наиболее высоких температурах испытания (80 °C), достигнув показателя RCM = 66,42 ± 0,80 % [4]. Эти научные данные имеют большое практическое значение для предприятий пищевой индустрии, занимающихся переработкой и использованием сублимированной продукции [4].

Исследование, проведённое Е.С. Серебрениковой и Л.В. Анисимовой, выявило оптимальные условия гидротермической обработки (ГТО) зерна сорго. Ученые определили, что важнейшими параметрами, влияющими на процесс пропаривания, являются давление насыщенного водяного пара, температура теплоносителя и конечная влажность зерновой массы. Для нахождения лучших условий обработки авторы использовали математический аппарат полного факторного эксперимента (ПФЭ 2^3). Это позволило установить сочетания факторов, способствующие максимальному выходу шлифованных ядер и эффективному процессу шелушения. Кроме того, авторы представили оригинальный метод высокотемпературной обработки зерна, включающий мгновенный нагрев, сушку и вспучивание (взрыв) во встречных потоках воздуха. Этот процесс занимает всего 3-5 секунд и обеспечивает получение нового продукта - «вструдата», в котором сырой крахмал превращается в декстрины и сахара, одновременно уничтожаются вредные ингибиторы, а витамины и микроэлементы сохраняются в исходном виде [5].

Альтернативным методом сублимационной сушки является распылительная сушка, конвективная сушка и лиофилизация. При этом микроволновая сублимационная сушка, где энергия поглощается в основном органическими молекулами в продукте является более эффективным и быстрым процессом, чем классическая [6].

В работах исследователей Зайцевой Е.А. и Перекина К.А. (2025) представлена разработка технологии пищевых концентратов с применением ферментных препаратов. Исследователи указывают, что использование ферментов даёт возможность: ускорить гидролиз биополимеров в сырье, улучшить органолептические характеристики готовой продукции и повысить биологическую ценность получаемых концентратов [7]. В другой публикации эти авторы анализируют возможности расширения ассортимента пищевых концентратов с заданными свойствами. Авторы акцентируют внимание на значимости создания функциональных продуктов питания, обогащённых витаминами, минералами и иными биологически активными компонентами [8].

Производство пищевых концентратов представляет собой комплекс последовательных технологических этапов, каждый из которых влияет на качество итогового продукта. Так подготовка сырья, где на этом этапе осуществляется очистка зерновых культур от посторонних примесей с использованием сепараторов. Овощи, фрукты и грибы подвергаются мойке и визуальному контролю (инспекции). Твёрдые компоненты измельчают при помощи вальцовых или молотковых дробилок до требуемой фракции. Далее идет гидротермическая обработка, которая включает такие операции, как пропаривание, варка или бланширование, где целью этих процессов является обеспечить клейстеризацию крахмала и тем самым сократить время приготовления блюда потребителем. Составление рецептурных смесей - предусматривает строгое дозирование всех ингредиентов, где особое внимание уделяется равномерному распределению микрокомпонентов (соли, сахара, специй, а также витаминных премиксов) по всей массе продукта. Такой этап как сушка, имеет свои особенности, т.к. на этом этапе выбирают оптимальный метод обезвоживания, ориентируясь на тип исходного сырья и заданные характеристики готового концентрата. Завершающий этап - это фасовка и упаковка, он направлен на защиту произведённого продукта от неблагоприятных внешних воздействий (влаги, света, механических повреждений и т.п.).

При этом упаковка играет ключевую роль в сохранении качества пищевых концентратов на протяжении всего срока годности. В современной индустрии применяют несколько основных типов упаковочных решений - это пакеты из многослойных комбинированных материалов в их основе лежит алюминиевая фольга или металлизированные плёнки. Благодаря их многослойной структуре такая упаковка эффективно препятствует проникновению кислорода, влаги, света и посторонних

запахов. Брикеты, обёрнутые в пергамент или подпергамент, этот традиционный способ упаковки остаётся востребованным благодаря компактности и рациональному использованию пространства при складировании. Пластиковые стаканы и ведёрки является удобной формой упаковки для продуктов, которые предполагается заваривать прямо в таре [9].

Любые пищевые концентраты, благодаря низкой влажности (обычно 4-10%), относятся к продуктам с высокой сохраняемостью. Однако для предотвращения порчи необходимо соблюдение следующих условий: температура хранения (оптимальный диапазон от 0 °C до +20 °C). Повышение температуры ускоряет химические реакции, в первую очередь — прогоркание жиров; относительная влажность воздуха (не более 75%). При более высокой влажности продукт отсыревает, теряет сыпучесть, возможно развитие плесени; защита от света (прямое солнечное освещение ускоряет окислительные процессы). Основополагающим документом, регламентирующим качество пищевых концентратов обеденных блюд, является ГОСТ 19327-84. Стандарт введен в действие с 1 января 1986 года, статус документа - действующий. Стандарт распространяется на пищевые концентраты первых и вторых обеденных блюд, представляющие собой различные смеси предварительно подготовленных продуктов: без жира или с жиром, без добавления или с добавлением мяса, грибов, копченостей, молока, сахара, сушеных фруктов и с добавлением пряностей, гидролизатов, глутамината натрия и других обогатителей пищи [10]. Продукция выпускается в насыпном или брикетированном виде. ГОСТ 19327-84 содержит обширный перечень нормативных ссылок, регламентирующих качество сырья и материалов, а также методы анализа.

В целом, производство пищевых концентратов - это многоступенчатый процесс, где ключевую роль играют гидротермическая обработка и сушка, где первая определяет скорость приготовления и сохранность полезных свойств, а вторая выбирается в зависимости от задач: сублимация дает максимальное качество, но дорога, инфракрасная сушка экономичнее и подходит для массовых продуктов. Упаковка из многослойных материалов защищает от влаги, света и кислорода, но даже она бесполезна без соблюдения условий хранения. При этом стандарты ГОСТа гарантируют безопасность и качество продуктов, а отрасль движется к созданию функциональных продуктов и внедрению энергоэффективных технологий, превращая концентраты из «быстрой еды» в полноценный рацион для любых условий.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. Родионова Л.Я. Исследование процесса сушки пищевых смесей, обогащенных пектином / Л.Я. Родионова, И.В. Соболь, А.В. Степовой // Новые технологии. - 2010. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protsessa-sushki-pischevyh-smesey-obogaschennyh-pektinom
2. Чащилов Д.В. Гидротермическая обработка зерна гречихи. Формирование технологических, потребительских и нутрицевтических свойств ядра. Возможности использования лузги // Ползуновский вестник. - 2024. - № 4. - С. 158-164.
3. Шайкарамов И.М. СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШКА ПРОДУКТОВ // Форум молодых ученых. - 2017. - №8 (12). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sublimatsionnaya-sushka-produktov
4. Бакин И., Нугманов А., Мустафина А. Исследование регидратационных процессов сублимированного плодово-ягодного сырья // AgroXXI. - 2025. URL: https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agroxxi/novosti-nauki/issledovateli-timirjazevskoi-akademii-predstavili-metodiku-ocenki-regidratacii-produkcii.html
5. Серебреникова Е.С., Анисимова Л.В. Определение оптимальных режимов гидротермической обработки зерна сорго // Ползуновский вестник. - 2025. - № 1. - С. 155-160.
6. Семенов Г. В. Современные направления научных исследований и технические решения по интенсификации процесса сублимационной сушки в пищевой промышленности, фармпроизводствах и прикладной биотехнологии (часть 1)/ Г. В. Семенов, М. С. Булкин, А. В. Кузенков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». - 2015. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-napravleniya-nauchnyh-issledovaniy-i-tehnicheskie-resheniya-po-intensifikatsii-protsessa-sublimatsionnoy-sushki-v
7. Зайцева Е.А., Иванова Т.Н. Разработка технологии пищевых концентратов с использованием ферментов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2025. - № 2(91). - С. 31-35.
8. Зайцева Е.А., Ререкин К.А. Пути расширения ассортимента пищевых концентратов с заданными свойствами // Трансформация потребительского рынка в контексте приоритезации качества и безопасности товаров и услуг: материалы конференции. - Донецк: ДонНУЭТ, - 2022. - С. 68-73.
9. Кирш И.А. ТЕНДЕНЦИИ УПАКОВКИ ИЗ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЛОНГАЦИИ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ / И.А. Кирш, М.И. Губанова, О.В. Безнаева, О.А. Банникова, С. Овсянников, С.С. Морозов, К. Траино // Health, Food & Biotechnology. - 2021. - №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-upakovki-iz-mnogosloynyh-materialov-dlya-prolongatsii-srokov-hraneniya-pischevoy-produktsii
10. ГОСТ 19327-84 Концентраты пищевые. Первые и втрые обеденные блюда. Общие требования к разработке и оформлению. – М.: Стандартинформ, – 1986. – 88 с.

УДК 664.691/694

Пидалина Е.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ: ЧТО ЭТО ТАКОЕ, ЗАЧЕМ НУЖНЫ И ГДЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ

Аннотация. В статье проведён анализ пищевых концентратов как особой категории продуктов. Рассмотрены технологические принципы их производства, представлена классификация по составу и кулинарному назначению. Освещены сферы применения - от специализированного до повседневного питания. Также проанализированы преимущества и недостатки продукции.

Ключевые слова: пищевые концентраты, обезвоживание, сухие завтраки, специализированное питание, длительное хранение.

Пищевые концентраты представляют собой готовые к употреблению продукты или смеси сухих пищевых продуктов, прошедшие специальную технологическую подготовку, обеспечивающую быстрое приготовление пищи при минимальных временных и энергетических затратах (рис. 1). Согласно определению, приведённому в учебной литературе по гигиене питания, по своим свойствам, рецептуре и кулинарному назначению они относятся к категории сухих консервов [1].

Рисунок 1 - Разнообразие современных пищевых концентратов
(каши, супы, кисели в различной упаковке)

Основные технологические этапы производства включают очистку сырья от несъедобных частей, измельчение, тепловую обработку и обезвоживание [1]. Именно процесс удаления влаги (до 4–12%) является определяющим, так как он не только тормозит развитие микроорганизмов, но и значительно снижает массу и объем продукта.

Отличительные черты пищевых концентратов:

•Первая ключевая характеристика - высокая питательная ценность. В относительно небольшом объеме концентрируется максимальное количество белков, жиров и углеводов. Калорийность 100 г концентратов обеденных блюд составляет в среднем 350 ккал. Для предохранения жиров от прогоркания в рецептуры вводят специальные жировые компоненты [2].

•Вторая характеристика - длительный срок хранения. Благодаря низкой влажности и герметичной упаковке концентраты могут храниться от нескольких месяцев до нескольких лет без существенной потери качества. Срок годности герметично упакованных концентратов при правильном хранении может достигать значительных периодов [3].

•Третья характеристика — технологичность и быстрота приготовления. Время варки большинства концентратов составляет 10-20 минут, а продукты быстрого приготовления не требуют варки вовсе.

Идея концентрации пищи уходит корнями в глубокую древность. Первым предшественником современных концентратов считается пеммикан - мясной порошок, изобретённый североамериканскими индейцами. Он представлял собой высушенное и истолчённое в порошок мясо, смешанное с жиром и ягодами. Промышленное производство пищевых концентратов начало развиваться в Европе с 1780 годов. В России основоположником аналогичных технологий стал В. Н. Карамзин: в 1800 году он разработал устройство для сушки продуктов разного происхождения и внедрил конвективную сушку с использованием водяного пара для нагрева воздуха [4].

Существенный импульс развитию отрасли дали мировые войны. Во время Франко-прусской войны (1870–1871) в германской армии широко применялась «гороховая колбаса» - прессованный сухой гороховый суп (рис. 2).

Рисунок 2 - Исторические образцы пищевых концентратов: пеммикан и первые промышленные упаковки

В начале XX века лидерство в производстве концентратов перешло к Австрии, где выпускалось около 25 видов таких продуктов. В Советском Союзе промышленное производство пищевых концентратов наладили в годы первых пятилеток: в 1932 году начался промышленный выпуск, а к 1936 году ассортимент насчитывал свыше 20 наименований (это было связано с необходимостью создания государственных резервов и обеспечения армии);

Классификация пищевых концентратов, по составу сырья выделяют:

- моноконцентраты — продукты, состоящие из одного вида сырья (сухое молоко, сухие овощи, крупяные хлопья);

- комплексные (многокомпонентные) — смеси, составленные по рецептуре, максимально приближенной к традиционным блюдам (супы, каши с мясом и т.д.).

По назначению выделяются следующие основные группы:

- Обеденные блюда включают первые блюда (борщи, супы, щи) и вторые блюда (каши, пловы, макароны с мясом и овощами, омлеты). Это основная группа, требующая кратковременной варки. В состав входят сухие овощи, крупы, мясной или грибной порошок, жиры, специи. Каши крупяные (гречневая, рисовая, пшенная, овсяная, перловая, ячневая, пшеничная и др.) вырабатывают как без добавлений, так и с добавлением сухого молока, сахара, овощных порошков [1].

- Сухие завтраки представлены хлопьями (кукурузные, овсяные "Геркулес"), воздушными (взорванными) зернами, кукурузными палочками, мюсли, сухими кашами быстрого приготовления. Они готовы к употреблению без варки или с минимальной гидратацией и отличаются высокими вкусовыми качествами и усвояемостью.

- Сладкие блюда (десерты) включают кисели, муссы, желе, кремы, пудинги на плодово-ягодной или молочной основе. Они содержат сахар, крахмал, фруктовые экстракты. Кисели плодово-ягодные готовят из сахара, плодово-ягодного экстракта или сока и крахмала картофельного [1].

- Кулинарные соусы представляют собой смеси муки, сухого молока, овощных и вкусовых добавок в виде сухих порошков.

-Детское и диетическое питание - продукты, вырабатываемые на молочной, овощной, крупяной основе с добавлением мяса или сахара. Они отличаются повышенными требованиями к сбалансированности состава, чистоте и гипоаллергенности [1, 2].

-Пищевые обогатители - белковые концентраты (казцеиты, соевые изоляты), жировые (фосфатидные концентраты), используемые как добавки для коррекции химического состава и повышения биологической ценности основных продуктов.

Уникальные свойства пищевых концентратов - лёгкость, компактность, сохранность и быстрота приготовления - обусловили их широкое применение в разных сферах. Исторически первой и важнейшей областью их использования стало специализированное и экспедиционное питание. Пищевые концентраты входят в состав:

- пайков вооруженных сил (индивидуальные рационы питания всех стран мира включают концентраты для приготовления первых и вторых блюд в полевых условиях);

- аварийных запасов (пищевой рацион для спасательных шлюпок и плотов морских судов формируется исключительно из концентратов с максимальным сроком хранения) [3];

- экспедиционного питания (полярники, альпинисты, геологи и туристы используют концентраты как основной источник питания в автономных условиях);

- космического питания (для космонавтов разработаны специальные концентраты, учитывающие специфику невесомости).

В сфере повседневного и домашнего питания пищевые концентраты также получили широкое распространение. Во второй половине XX века они превратились в товар массового спроса. Мировая популярность сухих завтраков - таких как хлопья или подушечки с начинкой - объясняется сочетанием приятного вкуса и практичности. Что касается обеденных концентратов, то супы в пакетах, лапша быстрого приготовления и пюре в стаканах уверенно закрепились в сегменте «быстрой еды». Эти продукты особенно востребованы среди городских жителей, студентов и офисных работников, которым не хватает времени на готовку [5, 6].

Общественное питание и пищевая промышленность. Концентраты широко используются в системе общепита (столовые, кафе) для приготовления соусов, бульонов, гарниров. Кроме того, они служат полуфабрикатами для пищевой промышленности: сухие смеси для кексов, блинчиков и тортов позволяют быстро выпекать изделия, гарантируя стабильное качество.

У пищевых концентратов есть преимущества и недостатки, так к преимуществу относится:

- Логистическая эффективность: малый вес и объём упрощают транспортировку и хранение.
- Длительная сохранность: подходят для создания стратегических продовольственных запасов.
- Экономия времени и энергии: быстрое приготовление снижает трудозатраты и расход топлива.
- Безопасность: герметичная упаковка и низкая влажность препятствуют микробиологической порче.
- Стабильность вкуса: промышленное производство обеспечивает одинаковый вкус блюда вне зависимости от сезона и региона [1].

А к их недостаткам, а так же и ограничениям:

- Потеря полезных свойств: высокотемпературная сушка может снижать содержание витаминов (особенно витамина С) и изменять структуру белков.
- Наличие добавок: для улучшения вкуса и сохранности часто добавляют усилители вкуса, ароматизаторы, стабилизаторы и избыточное количество соли.
- Риски для здоровья: регулярное употребление может вызывать тяжесть в желудке, изжогу и другие расстройства ЖКТ. Не рекомендуется часто включать концентраты в рацион детей [1].
- Критерии качества: внешний вид, цвет, вкус, запах, влажность, кислотность, содержание жира, соли, сахара, отсутствие примесей и вредителей, продолжительность варки. Не допускаются прогоркание, потеря сыпучести и увлажнение [1].

Пищевые концентраты - технологически совершенная категория продуктов, их эволюция прошла путь от индейского пеммикана до космических рационов. Ключевой принцип производства - это обезвоживание с предварительной кулинарной обработкой, что бы обеспечить им высокую энергетическую плотность и длительный срок хранения [5].

Таким образом, в настоящее время концентраты охватывают весь спектр блюд от супов и вторых блюд, до десертов и детского питания. Их применяют как в критически важных сферах (армия, космос), так и в быту, благодаря скорости и удобству использования. Главная же задача - сохранить достоинства концентратов, минимизировав их недостатки. Поэтому перспективные направления для них - это внедрение щадящих методов сушки (например, сублимации), что сохраняет витамины, снижает содержание соли и сахара, обогатит продукты функциональными ингредиентами (витаминами, пребиотиками, микроэлементами) и позволит превратить концентраты из «еды для выживания» в полноценный элемент здорового питания.

Научный руководитель – Демидова А.С., преподаватель

Список литературы

1. Резниченко И.Ю. К вопросу о классификации пищевых концентратов функционального назначения / И. Ю. Резниченко, И.А. Драгунова, В. М. Позняковский // Пищевая промышленность. - 2007. - №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-klassifikatsii-pischevyh-kontsentratov-funktsionalnogo-naznacheniya
2. Стекачева Е. С. ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ БЕЛКОВ, ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ / Е.С. Стекачева, Д. О. Мурзина // Форум молодых ученых. - 2017. - №5 (9). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-sootnoshenie-belkov-zhirov-i-uglevodov-v-ratsione-pitaniya
3. Тимофеева, В.А. Пищевые концентраты // Товароведение продовольственных товаров/ В.А. Тимофеева. -,5-е изд., доп. И перераб. - Ростов н/Д.: Феникс, -2005. --С. 343–347
4. Тимофеева В.А. Товароведение продовольственных товаров. – 5-е изд. – Ростов-на-Дону: Феникс, - 2005. – С. 343–347.
5. Капитонов В.С. Технологические аспекты создания пищевых концентратов повышенной пищевой и питательной ценности / В. С. Капитонов, С. М. Доценко, Е. Б. Обухов // Вестник КрасГАУ. - 2011. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-aspekty-sozdaniya-pischevyh-kontsentratov-povyshennoy-pischevoy-i-pitatelnoy-tsennosti

УДК 663.05

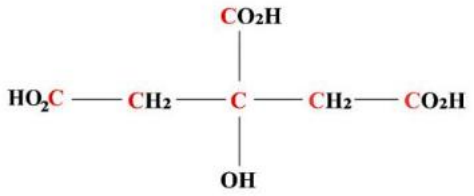
Кузьмина Э.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. Лимонная кислота является одним из наиболее востребованных органических соединений, широко используемым как в промышленности (пищевой, фармацевтической, химической), так и в быту. В чистом виде она представляет собой белый кристаллический порошок с ярко выраженным кислым вкусом, без запаха. В природе содержится во многих фруктах и ягодах, в особенности в цитрусовых, например, в лимонах, из которых впервые была выделена Карлом Шееле в 1784 году. На данный момент существуют два основных метода получения лимонной кислоты: химический синтез и микробиологическая ферментация (биотехнологический синтез), следует отметить, что последний занимает доминирующее положение.

Ключевые слова: лимонная кислота, *Aspergillus niger,* производство, микробиологическая ферментация, химический синтез.

Лимонная кислота или 2-гидроксипропан-1,2,3-трикарбоновая кислота (рис. 1) – это слабая органическая кислота, хорошо растворимая в воде, также известная как трёхосновная из-за наличия функциональных групп трикарбоновой кислоты, следовательно, имеются три значения константы диссоциации (pKa) численно равные 3.13, 4.76 и 6.39. Лимонная кислота может существовать в ангидридной (безводной) или моногидридной формах с молекулярными массами 192.12 и 210.14 г/моль, соответственно. Обе формы также растворимы в воде [5].



Химическая структура лимонной кислоты

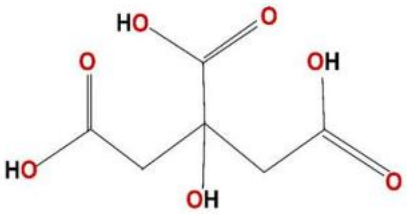


Рис. 1 — Химическая структура лимонной кислоты с характерными тремя -COOH группами.

Выделяют два метода получения лимонной кислоты: химический синтез и микробиологическая ферментация. Наиболее оптимальным с экономической точки зрения является получение лимонной кислоты микробиологическим синтезом с использованием гриба *Aspergillus niger.*

Это связано в первую очередь с тем, что исходное сырье, необходимое для синтеза лимонной кислоты, дорогое и зачастую также труднодоступное, а сам путь синтеза технологически сложен и, следовательно, экономически невыгодно для крупнотоннажного производства. Несмотря на это в лабораторных условиях получается добиться высокого выхода продукта, как например, согласно патента RU 2137752 C1 выход лимонной кислоты путём окисления 4-метилентетрагидропирана составляет до 98,5%.

Синтез лимонной кислоты с использованием гриба *A. niger* начинается с молекулы пирувата, полученной в результате гликолиза, соответственно, субстраты для *A. niger* должны быть сахаросодержащие, например, меласса, крахмал, растворы сахара, которые могут быть получены из отходов сахарного и крахмального производства.

Из одной молекулы глюкозы в результате гликолиза образуется две молекулы пирувата, которые транспортируются в матрикс митохондрий с помощью пируваттранслоказы. При попадании в матрикс митохондрий пируват декарбоксилируется с участием коэнзима А с образованием ацетил-КоА, NADH и CO2. Данная реакция связывает метаболический путь гликолиза с циклом лимонной кислоты. При вступлении ацетил-КоА в реакцию с оксалоацетатом при участии цитратсинтазы

происходит образование цитрата, т.е. лимонной кислоты. Следует отметить, что молекулы пирувата также могут быть карбоксилированы для получения оксалоацетата в цикле Кребса (Рис.2) для восполнения его запасов [7].

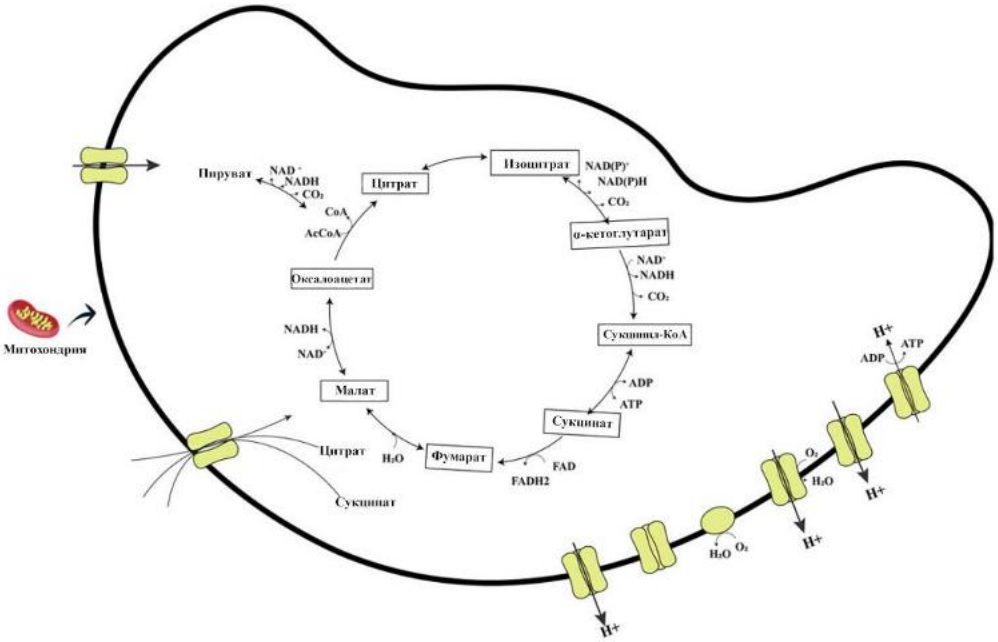


Рис.3 — продукция лимонной кислоты (цитрата) в митохондриях *A. niger*

В митохондриях и цитоплазме *A. Niger* присутствует NADP+-зависимый фермент (изоцитратдегидрогеназа), активируемый Mg2+ или Mn2+ и ингибируемый α-кетоглутаратом и цитратом по принципу обратной связи. Принцип цитратной обратной связи в *A. niger* хорошо показан в работе Mathematical Modeling of Citric Acid Production and Microbial Growth Kinetics Using Aspergillus niger in Batch Fermentation (Kanjana Detchomphoo, Nicharee Wisuthiphaet, Rittipun Rungruang, Sasithorn Kongruang), где рост *A. niger* в условиях периодической ферментации был тесно связан с выработкой лимонной кислоты, причём процесс ферментации проходил начальную фазу экспоненциального роста, за которой следовал период замедления, что в данной работе моделировалось тремя математическими моделями, наиболее подходящей из которых оказалась модель Гомпертца, математическое уравнение которой приведено на Рис.3.

$$y = A \exp\left\{-\exp\left[\frac{\mu e}{A}(\lambda - t) + 1\right]\right\}$$

Рис.3 — математическое уравнение модели Гомпертца, где y — концентрация лимонной кислоты или биомассы (г/л) в данный момент времени t (дни), A (г/л) — асимптотическая максимальная концентрация, μ (г/л/день) — удельная скорость образования лимонной кислоты (или биомассы), λ (дни) — продолжительность запаздывающей фазы.

Выделяют три технологии ферментации цитрата при помощи *A. niger,* а именно: 1) Твердофазная ферментация; 2) Погружная ферментация; 3) Поверхностная ферментация. В контексте производства лимонной кислоты наиболее используемой технологией является погружная ферментация, около 80% от общего объёма производства лимонной кислоты приходится на неё. Положительные и негативные аспекты перечисленных выше технологий приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1 — Сравнение технологий ферментации

	Твердофазная ферментация	Погружная ферментация	Поверхностная ферментация
Контаминация	Низкий риск	Низкий риск	Высокий риск
Отходы	Низкий уровень	Низкий уровень	-
Стоимость	Меньшие эксплуатационные затраты	Меньшие затраты на техническое обслуживание	Меньшие энергозатраты
Рабочие параметры	Сложности маштабирования	Необходимость строгого контроля,	Трудоёмкий процесс, высокая

	технологического процесса, необходимость контроля технологических параметров, а также плохая теплопередача	более сложного оборудования, а также высокие затраты на электроэнергию.	чувствительность к изменениям состава среды
Сырье	Агропромышленные отходы	Глюкозный сироп или меласса. Самое важное – образование пены	Глюкозный сироп или меласса
Трудозатраты	Меньшие затраты на рабочую силу	Меньшие затраты на рабочую силу	Высокие затраты на рабочую силу и техническое обслуживание
Выход цитрата	Высокий выход, но высокое содержание примесей увеличивает затраты на очистку	Высокий выход	Низкий выход

Заинтересованность в наращивании производстве лимонной кислоты связано с её повсеместным использованием, например, в пищевой промышленности она известна как добавка Е330, используемая в качестве консерванта, регулятора кислотности, усилителя вкуса; в фармации – буферный, консервирующий и хелатный агент; в химической промышленности – очистка металлов, производство пластмасс, производство бытовой и промышленной химии; в сельском хозяйстве – профилактика грибных болезней, смягчение воды, подкормка; в быту – чистка различных поверхностей, удобрение;

На данный момент производство лимонной кислоты имеет ярко выраженную региональную специфику, во многом связанную с доступностью исходного сырья. Так, например, согласно Citric Acid - Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2026 - 2031) Азиатско-Тихоокеанский регион является безусловным лидером, так как на его долю приходится 37.22% мирового производства, внутри самого региона ключевую роль играет Китай. На Ближнем Востоке и Африке среднегодовой прирост к производству 2031 году составит 7,18 %.

К сожалению, на данный момент в России присутствует полная зависимость от импорта лимонной кислоты, преимущественно из Китая. В перспективе планируется запуск заводов в Тульской области компанией «Органические кислоты» и в Воронежской области компания «Цитрон» [2].

Вывод. Производство лимонной кислоты, а также усовершенствование технологий её производства является важным и развивающимся направлением промышленности во всём мире. Согласно прогнозам аналитиков к 2031 году ожидается прирост производства на 4,12%. К тому же ведутся исследования направленные на создание метаболически изменённых штаммов *A. niger* для увеличения их технологической продуктивности.

Научный руководитель – Кислицына Н.А., старший преподаватель

Список литературы

1. Болдырев М. Г., Голубев А. Е., Саушкин В. В., Лебедев В. В. Способ получения лимонной кислоты : пат. 2137752 Рос. Федерация. № 98110865/04 ; заявл. 05.06.1998 ; опубл. 20.09.1999, Бюл. № 26. – 5 с.
2. Кулистикова Т. Компания «Органические кислоты» перенесла срок запуска завода по выпуску лимонной кислоты // Агроинвестор : сетевое издание. – 2025. – URL: https://www.agroinvestor.ru/companies/news/43918-kompaniya-organicheskie-kisloty-perenesla-srok-zapuska-zavoda-po-vypusku-limonnoy-kisloty/ (дата обращения: 11.03.2026).
3. Detchomphoo, K. Mathematical Modeling of Citric Acid Production and Microbial Growth Kinetics Using Aspergillus niger in Batch Fermentation / K. Detchomphoo, N. Wisuthiphaet, R. Rungruang, S. Kongruang // E3S Web of Conferences. — 2025. — Vol. 679. — Article 01026. — DOI: 10.1051/e3sconf/202567901026.
4. Detchomphoo K., Wisuthiphaet N., Kongruang S., Rungruang R. Citric Acid Production by Aspergillus niger in Stirred Tank Bioreactor // Applied Science and Engineering Progress. — 2025. — Vol. 18, № 4. — Article 7562. — DOI: 10.14416/j.asep.2025.08.002.
5. Latif A., Hassan N., Ali H., Niazi M. B. K., Jahan Z., Ghuman I. L., Hassan F., Saqib A. An overview of key industrial product citric acid production by Aspergillus niger and its application // Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. — 2025. — Vol. 52. — Article ID kuaf007. — DOI: 10.1093/jimb/kuaf007.
6. Mordor Intelligence. Citric Acid - Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2026 - 2031) : рыночный отчет. – Б. м., 2026. – 120 с. – URL: https://www.giiresearch.com/report/moi1939000-citric-acid-market-share-analysis-industry-trends.html (дата обращения: 11.03.2026).

7. Nelson D. L., Cox M. M. Lehninger principles of biochemistry. – 5th ed. – New York : W. H. Freeman and Company, 2010. – 1158 p.

УДК 663.8

Воронцова А.М., Лебедева А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНЯНОГО МАСЛА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Аннотация. Льняное масло представляет собой уникальный природный продукт, обладающий высокой пищевой и фармакологической ценностью, что обусловлено значительным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в особенности α-линоленовой кислоты (омега-3), а также комплексом жирорастворимых витаминов и природных антиоксидантов. В условиях современного пищевого производства ключевой задачей является разработка и внедрение технологических решений, обеспечивающих максимальное сохранение биологически активных компонентов при одновременном повышении выхода и качества готового продукта. В настоящей работе представлен систематический анализ современных методов получения льняного масла, включая усовершенствованное холодное прессование, сверхкритическую экстракцию диоксидом углерода, энзимную экстракцию, мембранные технологии и ультразвуковую экстракцию. Рассмотрены особенности химического состава получаемых продуктов, технологические параметры процессов, а также преимущества и ограничения каждого метода.

Ключевые слова. Льняное масло, холодный отжим, сверхкритическая экстракция, энзимная экстракция, мембранные технологии, ультразвуковая экстракция, α-линоленовая кислота, омега-3, технология производства

Современная технология производства льняного масла базируется на 5 способах его получения: холодном прессовании, сверхкритической экстракции углекислотой, энзимной экстракции, мембранных технологиях, ультразвуковой экстракции.

Холодное прессование является традиционным и наиболее распространённым методом получения льняного масла. Технологический процесс основан на механическом отжиме масла из предварительно очищенных семян при контролируемом температурном режиме, не превышающем 40 °C. Соблюдение данного температурного порога является критическим фактором, поскольку позволяет предотвратить термическую деградацию термолабильных компонентов, в том числе α-линоленовой кислоты, токоферолов (витамин Е) и ретинола (витамин А) [1,3].

Таблица 1-Химический состав масла холодного отжима

Группа компонентов	Характеристика
Жирные кислоты	α-линоленовая кислота (омега-3) – 50–60 %; линолевая кислота (омега-6) – 15–20 %; олеиновая кислота (омега-9) – 15–20 %
Витамины	Токоферолы (витамин Е), ретинол (витамин А), витамины группы В
Антиоксиданты	Фитостеролы, фосфолипиды, фенольные соединения
Микроэлементы	Калий, магний, фосфор (в незначительных количествах)

Современные модификации прессового оборудования включают системы автоматической очистки семенного материала, а также вакуумирование рабочей камеры, что позволяет минимизировать контакт масла с атмосферным кислородом и световым излучением. Данные конструктивные решения способствуют снижению скорости окислительных процессов, что положительно сказывается на сохраняемости и стабильности продукта. Преимуществом метода прямого отжима является отсутствие химических реагентов в ходе производства, максимальное сохранение химического состава,пригодность для малых и средних производств. В ограничениях можно выделить низкий выход масла (35–40 % от массы семян) и повышенные требования к качеству исходного сырья.

Сверхкритическая экстракция (СКЭ) представляет собой высокоэффективный физико-химический метод извлечения липидной фракции, основанный на использовании диоксида углерода (CO_2) в сверхкритическом состоянии. При температуре около 31 °C и давлении 70–300 бар CO_2 приобретает свойства, промежуточные между жидкостью и газом: высокую растворяющую

способность и низкую вязкость, что обеспечивает глубокое проникновение растворителя в структуру семян и эффективное извлечение целевых компонентов. Разделение фаз осуществляется путём снижения давления, в результате чего растворитель переходит в газообразное состояние, а экстрагированное масло осаждается [2,3].

При использовании СКЭ происходит полное сохранене профиля жирных кислот без признаков деградации, максимально сохраняются термолабильные формы токоферолов и ретинола, антиоксиданты остаются в высокой концентрации с высокой биологической активностью. Также отмечается отсутствие остаточных растворителей, что исключает риск химического загрязнения продукта. Технологические преимущества метода заключаются в следующем: возможность селективной экстракции путём регулирования термобарических параметров; отсутствие термического воздействия, исключающего деструкцию биологически активных компонентов; высокая чистота конечного продукта вследствие отсутствия химических растворителей. Среди ограничений использования СКЭ можно выделить высокую стоимость оборудования вкупе со значительным энергопотреблением и ограничением использования в производстве большой мощности [3,4].

Следующий способ получения масла получил название энзимной экстракции. Ферментативная обработка семян льна позволяет существенно повысить выход масла и улучшить его качественные характеристики. Технологический процесс основан на применении комплекса гидролитических ферментов – целлюлаз, пектиназ и протеаз, которые катализируют деструкцию клеточных стенок и сложных липид-белковых комплексов, удерживающих масло в клеточных структурах. Жирные кислоты при использовании данного способа сохраняют нативный профиль и при соблюдении щадящих режимов обработки изменение соотношения кислот минимально. Витамины сохраняются вследствие низкотемпературного режима проведения процесса (30–40 °C). Антиоксиданты высвобождаются из деструктированных клеточных структур, что может повышать их концентрацию в конечном продукте, а микробиологические показатели показывают снижение обсеменённости за счёт ферментативной обработки, что положительно влияет на стабильность масла. В итоге можно выделить преимущества технологии: увеличение выхода масла на 10–15 % по сравнению с традиционным прессованием; улучшение органолептических характеристик; повышение микробиологической стабильности и срока годности продукта. Ограничения применения выражаются необходимостью строгого контроля технологических параметров (температура, pH, продолжительность ферментации); дополнительными затратами на ферментные препараты; повышенными требованиями к квалификации обслуживающего персонала [1,2,5].

Мембранные методы применяются на стадии очистки и рафинации масла, полученного первичными методами экстракции. В основе технологии лежит разделение компонентов с использованием полупроницаемых мембран под действием градиента давления. В зависимости от размера пор различают ультрафильтрацию для удаления коллоидных примесей и нанофильтрацию для концентрирования и очистки. При данной обработке жирные кислоты сохраняют основной профиль без изменений, токоферолы могут частично задерживаться. Также происходит частичное удаление или концентрирование антиоксидантов, что зависит от селективности мембран. В мембранной обработке возможно эффективное удаление фосфолипидов, пигментов, продуктов окисления и остаточных пестицидов. Преимуществом способа получения масла является отсутствие химических реагентов, повышение прозрачности, стабильности и срока годности продукта, а физический характер воздействия не вызывает изменения химической структуры компонентов. Ограничением способа является необходимость регулярного обслуживания мембранных установок, высокие требования к квалификации персонала и возможные потери ценных компонентов при подборе мембран [1,2,5].

Ультразвуковая технология получения льняного масла основана на применении высокочастотных акустических колебаний (обычно 20–40 кГц), создающих эффект кавитации, т.е. образование, рост и схлопывание микропузырьков в жидкой среде. Данный эффект сопровождается локальным повышением давления и температуры, что приводит к механической деструкции клеточных оболочек семян и облегчению высвобождения масла. При этом жирные кислоты полностью сохраняют профиль, включая высоконепредельные формы, витамины за счет отсутствия значительного нагрева минимально изменяются, а антиоксиданты максимально извлекаются из деструктурированных клеток. Кроме того способ можно отнести к экологически чистым вследствие отсутствия или минимальное использование органических растворителей. К ограничениям ультразвукового способа извлечения масла относят сложность масштабирования и необходимость оптимизации параметров для каждого типа сырья [1,2,5]...

Сравнительный анализ способов производства льняного масла играет важную роль в решении практических задач на производстве. С его помощью можно подобрать наилучший метод изготовления масла, который будет соответствовать нужным показателям качества и объёмам производства.

Изучение разных технологий даёт возможность понять, какой способ производства будет наиболее выгодным. При этом рассматриваются такие факторы, как стоимость оборудования, расходы на электроэнергию и общая цена производства. Большое значение имеет проверка качества

готового масла — насколько хорошо сохранились полезные вещества, насколько чист состав и как долго продукт может храниться.

На основе сравнения методов руководство может принимать взвешенные решения по улучшению производства. Это помогает найти золотую середину между количеством получаемого масла, его качеством, затратами на изготовление и прибылью. При этом важно учитывать возможности самого предприятия, запросы потребителей и то, чем продукция будет отличаться от товаров конкурентов.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ методов получения льняного масла.

Таблица 2 - Сравнительный анализ методов получения льняного масла.

Параметры сравнения	Основной принцип	Температура процесса	Давление	Выход масла	Сохранение компонентов	Особенности процесса
Холодное прессование	Механическое прессование	<40°C	Отсутствует	35-40%	Максимальное	Вакуумная среда
Сверхкритическая CO-экстракция	Использование CO под давлением	31°C	70-300 бар	Высокий	Максимальное	Сверхкритическое состояние CO
Энзимная экстракция	Ферментативное воздействие	30-40°C	Отсутствует	+10-15% к базовому	Хорошее	Использование ферментов
Мембранные технологии	Фильтрация через мембраны	Не указана	Отсутствует	Не влияет на выход	Сохраняет состав	Ультра- и нанофильтрация
Ультразвуковая экстракция	Воздействие ультразвуком	Низкие температуры	Отсутствует	+15-20% к базовому	Отличное	Эффект кавитации

Современные методы получения льняного масла позволяют значительно повысить качество и выход продукта, сохраняя его полезные свойства. Выбор конкретного метода или их комбинации должен основываться на технико-экономическом анализе с учётом масштаба производства, требований к качеству готовой продукции и экологических аспектов технологического процесса. Комплексное применение методов (энзимная обработка + холодное прессование + мембранная очистка) позволяет достичь оптимального баланса между выходом, качеством и экономической эффективностью производства льняного масла.

Научный руководитель - Кислицына Н.А.-старший преподаватель

Список литературы

1. Гусева Д.А., Широнин А.В., Санжаков М.А., Прозоровская Н.Н. Сравнительный анализ льняного масла трех вариантов холодного отжима // Масложировая промышленность. — 2015. — №100. — С. 582-591.
2. Заруба А.С., Мустафаев С.К., Калиенко Е.А., Андржайчак А.А. Изучение качества льняных масла и жмыха, полученных по новой технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар: КубГАУ. — 2015. — №2. — С. 69-78.
3. Козлова В.А. Технология производства растительных масел. — М.: Агропромиздат, 2020.
4. Мхитарьянц Л.А., Корнена Е.П., Мартовщук Е.В., Мустафаев С.К. Технология отрасли (Производство растительных масел): учебник. — СПб: ГИОРД. — 2009. — 352 с.
5. Степанова Н.Н., Степанова Э.Ф., Ушакова Л.С., Мыкоц Л.П., Иванова Л.И. Оптимизация технологии льняного масла как основы для получения ряда лекарственных и парафармацевтических средств // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. — 2011. — №4 (99). — С. 194-200.

УДК 663.8

Лебедева А.А., Воронцова А.М.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

НАПИТКИ ВОСТОЧНОЙ КУХНИ

Аннотация. Восточная кухня славится своим разнообразием и богатством вкусовых сочетаний, и неотъемлемой частью этой культуры являются традиционные напитки, которые на протяжении веков покоряли сердца гурманов по всему миру. От освежающих и ароматных чаёв до экзотических молочных напитков и фруктовых эликсиров, восточные напитки не только утоляют жажду, но и дарят неповторимые вкусовые ощущения и пользу для здоровья.

Ключевые слова. Чай, напиток, рис, ферментация, полезные свойства

Матча (яп. 抹茶) представляет собой высококачественный продукт переработки листьев *Camellia sinensis*, характеризующийся тонкодисперсной порошкообразной структурой ярко-зеленого цвета. Технологическим отличием матча от традиционных листовых чаев является способ употребления: порошок полностью переходит в водную фазу, формируя устойчивую коллоидную суспензию без стадии отделения твердой фракции. Органолептические свойства готового напитка достигаются путем взбивания с горячей водой, что способствует образованию пенной структуры, визуально напоминающей пену эспрессо-напитков.

В профессиональной практике выделяют два традиционных способа приготовления, отличающихся гидромодулем:

1. Усуча («жидкий чай») — характеризуется высоким соотношением воды к навеске порошка, что позволяет получить напиток с менее выраженной вязкостью.
2. Койтя («густой чай») — концентрированная форма, получаемая при минимальном количестве воды и повышенном содержании сухих веществ матча.

Исторический аспект и культурная адаптация

С точки зрения исторического развития пищевых традиций, происхождение порошкового чая относится к периоду династии Сун (Китай, 960–1279 гг.), где он использовался буддийскими монахами в качестве средства поддержания психоэмоциональной концентрации. Миграция данной традиции в Японию (конец XII в.), осуществленная дзэн-буддийскими монахами, привела к значительной эволюции агротехнических приемов культивации и методов технологической обработки листа. В настоящее время матча является не только ключевым элементом японской чайной церемонии, но и глобально востребованным ингредиентом пищевой промышленности, используемым в рецептурах от молочных напитков (латте) до сложных многокомпонентных систем (соусы, кондитерские изделия, десерты).

Уникальность матча с позиции нутрициологии обусловлена потреблением листа in toto, что обеспечивает максимальную биодоступность комплекса биологически активных соединений. В составе продукта идентифицировано около 300 биоактивных компонентов, включая витамины (A, группы B, C, E, K) и минеральные вещества (K, Ca, Mg, Fe).

Основными группами соединений, определяющими функциональные свойства, являются:
— Катехины (в частности, эпигаллокатехин галлат), проявляющие выраженную антиоксидантную активность;
— Кофеин (метилксантины);
— L-теанин — аминокислота, обладающая психомодулирующим эффектом.

Согласно литературным данным, регулярное включение матча в рацион коррелирует с поддержанием функциональности сердечно-сосудистой системы и умеренным увеличением энергозатрат, однако выраженность данных эффектов рассматривается в контексте общего сбалансированного питания и физической активности. Противовоспалительные свойства катехинов также могут оказывать опосредованное положительное влияние на состояние кожи и гепатобилиарной системы.

В зависимости от сырьевой базы (сроков сбора урожая) и технологических параметров переработки выделяют две основные категории матча:

1. Церемониальный (премиальный) — производится из листьев раннего сбора (*first flush*), характеризуется высокой дисперсностью помола, насыщенным изумрудным цветом и сбалансированным вкусом без выраженной горечи. Предназначен для употребления в чистом виде.
2. Кулинарный (пищевой) — изготавливается из сырья поздних сборов (*second flush* и *autumn flush*). Отличается более низкой себестоимостью, наличием оливковых или темно-зеленых оттенков в цвете порошка и более терпким, иногда горьковатым вкусом. Данная категория оптимизирована для использования в качестве ингредиента в составе комбинированных пищевых продуктов (напитки, выпечка, соусы) [2].

Рисунок 1 – Продукты переработки листьев *Camellia sinensis (матча) и* падуба парагвайского *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (мате)

Мате (исп. *mate*) представляет собой водный экстракт, получаемый из высушенных и измельчённых листьев падуба парагвайского (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), вечнозелёного дерева семейства Падубовые. Ареал промышленного культивирования ограничен регионами Южной Америки (Бразилия, Уругвай, Аргентина), что обусловлено специфическими требованиями к почвенно-климатическим условиям. Попытки интродукции *I. paraguariensis* в другие географические зоны признаны неуспешными ввиду высокой чувствительности растения к нарушениям агротехники: повреждение вегетативной массы приводит к необратимому усыханию дерева.

Сбор сырья осуществляется механизированным или ручным способом. В переработку вовлекаются как молодые, так и одревеснevшие побеги, при этом соблюдение норм нагрузки на растение является критическим фактором: чрезмерная дефолиация исключает возможность восстановления биомассы.

Технологический процесс включает четыре последовательных этапа:

1. Первичная сушка – традиционно проводилась на солнце, в промышленных масштабах заменена на термическую обработку в дровяных или электрических сушилках с периодическим ворошением сырья для обеспечения равномерной дегидратации.
2. Грубое измельчение.
3. Досушивание – обязательный этап, направленный на достижение влажности, исключающей развитие микроскопических грибов и бактериальной порчи (неполное удаление влаги приводит к порче всей партии).
4. Тонкое измельчение и фасовка.Ключевым параметром является высокотемпературная сушка побегов, обеспечивающая инактивацию эндогенных ферментов и формирование равномерного золотисто-оливкового цвета готового продукта.

В составе листьев *I. paraguariensis* идентифицирован комплекс биологически активных соединений, включающий:

- алкалоиды (кофеин, теобромин), в коммерческой терминологии часто объединяемые под названием «матеин»;
- витамины (А, группы В, С, Е);
- минеральные элементы, среди которых особое значение придаётся фосфору, участвующему в поддержании когнитивных функций. Согласно литературным данным, регулярное употребление мате способствует поддержанию гомеостаза адреналина, оказывает антисептическое действие, способствует вазодилатации и снижению артериального давления. Направленность эффекта (тонизирующий или седативный) определяется длительностью экстракции: при увеличении времени настаивания возрастает концентрация экстрактивных веществ, что обуславливает более выраженное стимулирующее действие.

Ритуал употребления мате предполагает использование специализированной посуды: калабаса (сосуд из тыквы-горлянки или иных материалов) и бомбильи (металлической трубки с фильтром). Технология заваривания включает следующие стадии:

- наполнение калабаса измельчённым сырьём на ⅔ объёма;
- инверсия сосуда для формирования воздушной полости, в которую устанавливается бомбилья;
- последовательное внесение воды с температурой 75–80 °С с выдержкой для набухания.
- Напиток употребляется многократно, с периодическим доливанием горячей воды до исчерпания экстрактивных веществ [5]..В современных рецептурах для снижения горечи и

повышения пищевой ценности используются добавки: лимон, сахар, мёд, патока, молочные продукты, а также фруктовые соки (холодный вариант подачи).

Рисунок 2- напиток спиртового брожения макколи и саке

Макколли (кор. 막걸리) – национальный корейский напиток, получаемый в результате спиртового брожения рисового сусла. Технология отличается высокой вариативностью, позволяющей получать продукты с различными органолептическими характеристиками (горький, сладкий, острый, фруктовый). Основными компонентами являются:

- распаренный рис (нешлифованный или шлифованный);
- нурук – традиционная закваска, содержащая комплекс амилолитических ферментов и микроорганизмов (плесневые грибы, молочнокислые бактерии, дрожжи);
- вода (гидромодуль 1:1 по отношению к рису);
- факультативные ингредиенты (специи, травы, цветы, фрукты). Ферментация проводится в течение 7–14 суток, после чего напиток процеживают. Крепость коммерческих образцов составляет 6–9% об., в то время как при домашнем производстве возможно достижение 12–18% об. [4].

Макколли относится к категории шипучих (игристых) напитков благодаря наличию диоксида углерода, образующегося в ходе брожения. В зависимости от режима обработки различают:

- непастеризованный вариант – сохраняет живую микрофлору, ограниченный срок хранения (1–2 недели), характеризуется мягким «сливочным» вкусом, который по мере хранения сменяется резким кислым тоном;
- пастеризованный вариант – предназначен для экспорта, обладает увеличенным сроком годности, но уступает по сложности вкусоароматического профиля. Подача осуществляется охлаждённой в традиционной посуде (металлические или деревянные чаши). Перед открыванием бутылку встряхивают для ресуспендирования осадка.

Непастеризованный макколли характеризуется высоким содержанием пищевых волокон, витаминов группы B и C, низким уровнем холестерина. Калорийность составляет 54 ккал/100 мл. Благодаря наличию живых микроорганизмов (молочнокислых бактерий) напиток рассматривается как пробиотический продукт, оказывающий положительное влияние на пищеварение [3].

Саке (яп. 酒) – традиционный алкогольный напиток Японии, получаемый в результате параллельного осахаривания и спиртового брожения риса. Ключевые компоненты:

- Рис – используется преимущественно крупнозернистые сорта; после шлифования удаляются внешние слои зерна, содержащие белки и липиды, что позволяет получить чистое крахмальное ядро;
- Вода – предъявляются высокие требования к минеральному составу (жёсткость, соотношение ионов);
- Кодзи (*Aspergillus oryzae*) – культура плесневого гриба, продуцирующего амилазы, гидролизующие крахмал до сбраживаемых сахаров;
- Дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) – осуществляют превращение сахаров в этанол и ароматические соединения.

По окончании брожения крепость сусла достигает около 20% об. В большинстве случаев проводится разбавление до 15–17% об. Неразбавленный продукт обозначается как *генсю*. В зависимости от степени шлифования риса и наличия добавленного спирта выделяют 4 категории, представленные в таблице 1.

Таблица 1- Категории неразбавленного продукта

Категория	Степень шлифовки	Добавленный спирт	Характеристика
Дзюнмай (Junmai)	не регламентируется	нет	Плотный, насыщенный, выраженный рисовый тон
Хондзёдзо (Honjozo)	не регламентируется	да	Лёгкий, мягкий вкус
Гиндзё (Ginjo)	не более 60%	опционально	Утончённый, фруктовый аромат
Дайгиндзё (Daiginjo)	не более 50%	опционально	Изысканный вкус с цветочными нотами

Продукты с маркировкой «дзюнмай» (Junmai) в сочетании с «гиндзё» или «дайгиндзё» не содержат добавленного спирта.

Традиционно саке подаётся в керамической посуде (*токкури* и *гуиноми*) либо в кубических кедровых ёмкостях (*масу*). Температура сервировки варьируется в зависимости от категории:

- 5–10 °C – для премиальных сортов (дайгиндзё, гиндзё) с целью сохранения летучих ароматических компонентов;
- 15–20 °C – для универсальных стилей;
- 40–55 °C – для насыщенных сортов (дзюнмай, хондзёдзо), что способствует раскрытию полноты вкуса.

Результаты исследований, проведённых японскими учёными, указывают на наличие у саке (при умеренном потреблении) положительных эффектов: улучшение когнитивных функций (памяти), нормализация артериального давления, стимуляция кровообращения, снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, а также подавление процессов, ассоциированных с онкогенезом [1].

Научный руководитель - Кислицына Н.А. - старший преподаватель

Список литературы

1. Абдуллаева, Н. Г. Японская кухня. Москва : Омега-Л, 2012. 128 с. (Кулинария). ISBN 978-5-370-02539-5.
2. Гребенщикова, О.Ю. Восточная кухня. Сладкие и десертные блюда. Напитки. Москва : Директ-Медиа, 2010. 142 с. ISBN 978-5998937606.
3. Карасёва, Н. А. Корейская кухня. Традиции и современность. Москва: Вече, 2019. 288 с. (Кухни народов мира). ISBN 978-5-4484-1265-5.
4. Ким, Дж. Корейская кухня: 100 рецептов. От уличной еды до праздничных блюд. Москва : АСТ, 2018. 208 с. ISBN 978-5-17-108609-4.
5. Симкин, Я. Путешествие по Южной Америке. Аргентина, Уругвай, Парагвай. Москва : Вече, 2017. 320 с. (Большое путешествие). ISBN 978-5-4484-4205-0.

УДК 635.07:664

Самбуров А.М.
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕПЫ, КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ, НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Аннотация. Проанализированы статистические данные о посевных площадях, валовом объеме собранных овощей, индексе производства растениеводства в Свердловской области. Рассмотрены основные предприятия, занимающиеся выращиванием, проработкой и реализацией полуфабрикатов из овощей. Установлена перспективность выращивания и использования репы на предприятиях общественного питания.

Ключевые слова: сельское хозяйство, Свердловская область, репа, растениеводство, предприятия общественного питания.

Уральский федеральный округ является административно-территориальная единицей Российской Федерации, охватывающей территории Урала и Западной Сибири. Он представляет собой границу Европейского и Азиатского субконтинентов, протянувшуюся от южной границы с Казахстаном до побережья Карского моря на севере. Уральский регион богат минерально-сырьевыми запасами, в нем осваиваются нефтяные и газовые месторождения, сосредоточены крупные

лесосырьевые ресурсы. Отличительными особенностями данного округа является тесное взаимовыгодное сотрудничество нефтегазовой отрасли, основным потребителем труб и оборудования, с металлургическими и машиностроительными предприятиями, а также развитые торгово-экономические связи как в западном, так и в восточном направлениях [3]. По данным Росстата Уральский федеральный округ стабильно показывает высокие результаты по валовому региональному продукту (далее ВРП), оставаясь в тройке лидеров, следую за Центральным и Приволжским федеральными округами. На конец 2023 года ВРП составил 23044267,6 млн руб [8]. В связи с развитыми промышленными производствами, на которых человек испытывает большие энергозатраты, теряет жизненно необходимые полезные микро- и макронутриенты, направление производства и переработки продуктов питания было и остается актуальным.

Исторически сложилось, что в России долгий период времени основным корнеплодом в рационе питания являлась репа, которая стала менее популярна в XVIII после появления картофеля. На сегодняшний день белый или желтоватый корнеплод, имеющий шаровидную приплюснутую форму, плотную, хрустящую мякоть с ярким пикантным островатым вкусом и выраженным запахом, является недооцененным продуктом в рационе питания. Изучение потенциала выращивания репы на территории Свердловской области, с целью её популяризации, как корнеплода с богатым химическим составом, который положительно влияет на организм человека, будет являться актуальным направлением на сегодняшний день [5].

Цель работы: рассмотрение сельскохозяйственного сегмента Свердловской области для определения потенциала выращивания репы, как овощной культуры с высокой пищевой ценностью, применимой в общественном питании.

С целью более детально рассмотрения данного вопроса стоит уделить внимание на сельское хозяйство Уральского региона в целом. Сельское хозяйство в регионе представлено в основном отраслями животноводства: разведением крупного и мелкого рогатого скота, свиноводство, птицеводство. В связи с особым географическим расположением и сложными климатическими условиями на большей части территории Урала земледелие рискованно или невозможно. Для выращивания сельскохозяйственных культур установлена целесообразность использования земель Челябинской и Курганской областей, а также южных территорий Свердловской и Тюменской областей.

По данным Федеральной службы государственной статистики посевные площади уральского региона на 2023 г составили 5192,6 тыс. гектар из них 799,7 тыс. гектар разработаны в Свердловской области. Значительные площади занимают зерновые и кормовые культуры как в регионе в целом, так и в Свердловской области в частности. Посевные площади овощей в 2023 г в округе составили 15,9 тыс. гектар, из них в Свердловской области 5,0 тыс. гектар [3]. Стоит отметить, что при сравнительной малой пахотной площади в хозяйствах всех категорий в Свердловская область в 2023 г собрали 146,5 тыс. тон овощей открытого и закрытого грунта без учета картофеля, это второй результат в Уральском федеральном округе (Челябинская область 148,1 тыс. тонн) и 24 место в России [4].

Установлено, что производство продукции сельского хозяйства, в частности растениеводства, после спада в 2023 г снова стримится к росту. На рисунке 1 представлены данные индекса производства продукции растениеводства по Свердловской области в 2021-2025 гг относительно хозяйств всех категорий. в сопоставимых ценах, в процентах к предыдущему году. Зафиксирован рост объемов выработки товаров растениеводства с начала 2024 г, что показывает положительную тенденцию в развитии данного направления в рассматриваемом субъекте [6].

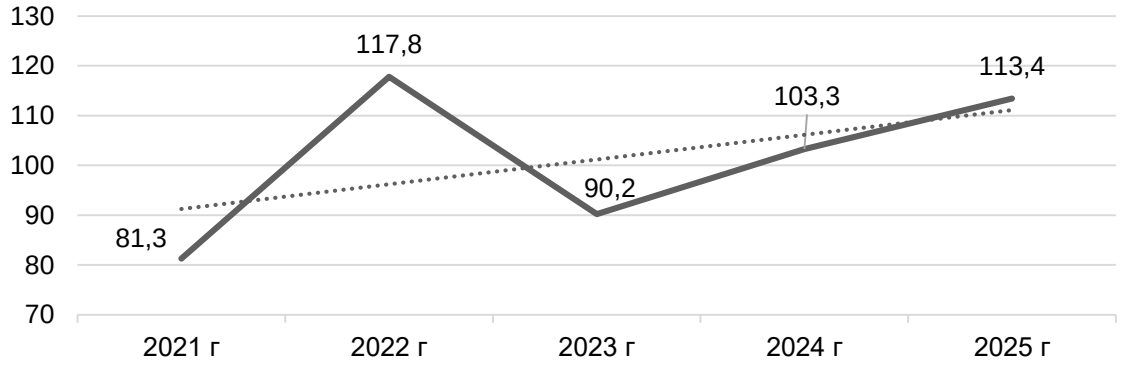


Рисунок 1 – График изменения индекса производства продукции растениеводства по Свердловской области в 2021-2025 гг, %

По данным Свердловскстата на 1 января 2025 г в Свердловской области зарегистрировано 2008 предприятий и организаций сельского, лесного хозяйств, охоты, рыболовства и

рыбопроизводства, что показывает высокую заинтересованность предпринимателей в работе в данных экономических сферах [7]. Наиболее значимые предприятия в области растениеводства и животноводства сосредоточены в Алапаевском, Белоярском, Ирбитском, Режевском, Сысертском и Сухоложском районах региона. В число развитых отраслевых компаний Свердловской области, занимающихся выращиванием овощных культур, а не только крупного рогатого скота, входят: ООО "Агрофирма "Ирбитская", СПК "Килачевский", СПК "Завет Ильича", ЗАО АК "Белореченский".

Важно отметить, что Свердловская область является административным и крупным торгово-экономическим центром, в связи с чем в ней сосредоточены не только сельскохозяйственные предприятия, но и организации по переработке растительного сырья и оптово-розничной торговле.

В Свердловской области работает ряд торгово-производственных компаний, предлагающих своим партнерам широкий ассортимент полуфабрикатов из овощей. К таким относятся: ООО «Фреш ресурс», ООО Агама Урал», ООО ТПК «Альянс» и другие. Основным видом полуфабрикатов из овощей, представленным данными компаниями, является растительное сырье глубокой заморозки. При сравнительном рассмотрении прайс-листов данных компаний установлено, что самыми распространёнными полуфабрикатами из овощей являются замороженные брокколи и цветная капуста, стручковая фасоль, зеленый горошек, картофель, лук репчатый белый, морковь, свекла, а также перец болгарский, тыква и овощные смеси [9, 1, 2]. Установлено, что полуфабрикатов из репы не реализуется ни одной из компаний как в индивидуальном виде, так и в составе овощных смесей, что показывает возможность развития разработок и внедрения продукции с рассматриваемым корнеплодом.

В связи с развитием туристической индустрии в Уральском федеральном округе, в Свердловской области актуальность в ассортименте блюд традиционной русской кухни, предлагаемых туристам из других государств, будет оставаться высокой. Репа входит в число основных ингредиентов для приготовления таких блюд. Корнеплод обладает высокой пищевой ценностью, на что современное общество уделяет особое внимание.

Таким образом, на основании вышеизложенных данных можно утверждать, что выращивание репы в Свердловской области и использование её в предприятиях общественного питания перспективно. Выращивание репы имеет высокий потенциал, так как растениеводства в регионе развивается, имея на данный момент высокие показатели, кроме того, оно будет востребовано в связи с необходимостью поддержания товарных запасов, необходимых населению, где преобладает тяжелый труд. Установлено, что в Свердловской области существуют предприятия, которые могут выращивать корнеплод, делать из него полуфабрикаты, для дальнейшей реализации как на предприятия питания, так и напрямую потребителю.

Научный руководитель - Заворохина Н.В., д-р техн. наук, профессор

Список литературы

1. Альянс Эко ягоды и грибы России / Овощи и овощные смеси [Электронный ресурс]. – https://www.aliance66.ru/catalog/ovoschi_i_ovoschnye_smesi (Дата обращения 20.02.2026)
2. Компания «Agama» / Замороженные овощи [Электронный ресурс]. – https://agama.info/products/agama-hortex (Дата обращения 20.02.2026)
3. Официальный сайт полномочного представителя Президента Российской Федерации в Уральском федеральном округе / Уральский федеральный округ [Электронный ресурс]. – http://uralfo.gov.ru/district/ (Дата обращения 20.02.2026)
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081 с.
5. Самбуров, А. М. Анализ физико-химических и технологических свойств репы с целью использования ее в общественном питании / А. М. Самбуров // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, 2023. – С. 424-428. – EDN KMPSRT.
6. Управление федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и курганской области / Сельское хозяйство // Основные показатели [Электронный ресурс]. – https://66.rosstat.gov.ru/folder/32235 (Дата обращения 20.02.2026)
7. Управление федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и курганской области / Предприятия и организации // Количество хозяйствующих субъектов [Электронный ресурс]. – https://66.rosstat.gov.ru/folder/28900 (Дата обращения 20.02.2026)
8. Федеральная служба государственной статистика / Национальные счета // Валовый региональный продукт [Электронный ресурс]. – https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts (Дата обращения 21.02.2026)
9. ФудТендер / ООО Фреш ресурс [Электронный ресурс]. – https://foodtender.ru/sellers/ooo-fresh-resurs/ (Дата обращения 21.02.2026)

УДК 664.1

Шведкина К.А., Заворохина Н.В.
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

ФОРМИРОВАНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ НАПИТКА АВТОРСКОГО ЧАЯ С ПОМОЩЬЮ САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В данной статье рассматривается понятия авторский чай и «тело напитка», под понятием «тело напитка» автор понимает его текстуру, и текстуру как элемент консистенции в соответствии с ГОСТ ISO 5492-2014. Какие факторы влияют на формирование тела напитка, а также какие ингредиенты являются предпочтительными при моделировании авторского чая.

Ключевые слова: авторский чай, безалкогольные напитки, тело напитка, сахаристые кондитерские изделия

Современная картина развития рынка предприятий общественного питания показывает тенденцию к «уравниванию» роли блюд и напитков в меню заведения. Данные подкрепляются статистикой – доля продаж напитков в чеках за 2020-2024 годы достигла 45%. Гости чаще отдают предпочтение горячим безалкогольным напиткам. Понятие авторский чай все чаще встречается как в предприятиях общественного питания, так и в промышленном производстве. Проведя глубокий анализ нормативной документации, научных статей с привлечением экспертов-дегустаторов мы сформулировали следующее определение [5].

Авторский чай – это комплекс ингредиентов/напиток на основе растительного сырья, являющийся авторской разработкой конкретного человека или предприятия, имеющий уникальный состав, который обеспечивается подбором компонентов, формирующих гармоничный сложный флейвор, эстетичный внешний вид и заданные потребительские характеристики напитка.

Область исследования напитков включает не только их состав, но и восприятие их как целостных объектов, состоящих из компонентного состава, текстуры и сенсорных характеристик. В научной литературе использует термин «тело», чтобы описать особенности напитки, определяющие его структуру, насыщенность и ощущения от вкуса. Цель статьи – рассмотреть понятие тело напитка, особенности его формирования как комплекс физиологического воздействия на человека и его роль в культуре потребления горячих напитков.

Исследования показывают, что восприятие тела влияет на аппетит и формирование вкусовых предпочтений, так напитки с более насыщенным телом воспринимаются как «сытные» и приятные на вкус, это связано с тем, что тактильное ощущение, создаваемое текстурой усиливает сенсорный отклик. Кроме того, тело напитка участвует в формировании флейвора [4].

Тело – это ощущение полноты, плотности и текстуры напитка во рту, которое обусловлено вязкостью, поверхностным натяжением, структурой и содержанием растворенных веществ, влияющими на восприятие вкуса и формирование общего впечатления от напитка.

Тело напитка является отдельной важной характеристикой напитка, которая существенно влияет на качество, а также формирует такую потребительскую характеристику как удовольствие от потребления. Грамотное формирование и управление телом напитка позволяет добиться нужных ощущение, а также сделать напиток уникальным. Уникальность обеспечивает более высокую конкурентоспособность на рынке. Функциональная роль тела напитка не ограничивается только сенсорными характеристиками, тело влияет на его усвояемость, насыщение организма и обмен веществ [7]. Рассмотрим факторы, которые формируют тело напитка в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, формирующие тело напитка

Параметр	Особенности	Пример
Вязкость	является одним из важнейших показателей, формирующих его густоту, с повышением вязкости наблюдается увеличение насыщенности вкуса напитка. На вязкость влияет концентрация растворенного вещества, тип вещества и температура. При исследовании вязкости напитков также отмечается, что изменение ее уровня способно как усилить, так и замедлить скорость и интенсивность отдачи вкусо-ароматических веществ, а в некоторых случая, даже кардинально изменить восприятие флейвора.	добавление в чай цукатов, мармелада или фруктовых пюре
Эмульгация и поверхностное натяжение	являются важными показателями в формировании тела напитка, наибольшее влияние имеют в технологии кофе и молочных напитков. Образование эмульсии может происходить химически - за счет добавления эмульгатора,	взбивания пенки молока формирует узнаваемый вкус капучино и латте

	который снижает поверхностное натяжение, а также за счет физического воздействия. Именно взбивание обеспечивает снижение поверхностного натяжения, что позволяет сделать эмульсию более стабильной, густая плотная пенка у кофе является важным показателем качества, формирующим у потребителя ощущение удовольствия от напитка.	
Консистенция	является более широким понятием в которое входит вязкость, но все же требует выделения, так как ассортимент современных напитков представлен в широкой консистенции от чая в виде чистого настоя листьев, до смузи в виде густых пюре. Консистенция важна как один из показателей, формирующих чувство насыщаемости от напитка. Наиболее распространенные добавки – это пектин и агар-агар, оба почти не имеют влияния на вкус, но способны смоделировать консистенцию будущего напитка без увеличения стоимости, при внесении создают трехмерные сети, одновременно увеличивающие как вязкость, так и создающие плотные текстуры.	чай, свежевыжатый сок, смузи
Технология	является основой любого процесса приготовления продукции общественного питания, для составления технико-технологической карты с подробным описание технологии приготовление и обработки полуфабрикатов требуется несколько отработок с возможными отклонениями в производственных процессах и их последствиями. В области приготовления напитков технология является важнейшим фактором, отклонение от которого может привести к неудовлетворительному результату. Соблюдение температуры, давления (для кофемашины), времени приготовления, а также соблюдение консистенции – все это позволяет правильно сформировать тело будущего напитка. Отклонение от заданных показателей может снизить экстрактивность компонентов и уменьшит содержание растворимых веществ, напрямую влияющих на флейвор напитка. Не соблюдение температуры заваривания чайного листа также может негативно сказаться на готовом настое, слишком высокая температура агрессивно разрушит часть вкусо-ароматического комплекса, а слишком низкая не позволит раскрыть всю глубину по причине не полного наступления реакции.	недостаточное давление и температура в кофемашине уменьшает экстракцию при приготовлении, что ухудшает экстрактивность, влияющую на формирование тела эспрессо
Качество воды	вода главный компонент большинства напитков, её качество напрямую влияет на вкус, консистенцию и стабильность готового напитка. Влияние имеют все показатели качества воды – наличие механических частиц, жесткость, ph и наличие минеральных веществ. Высокая жесткость воды в разы снижает реакцию гелеобразования при добавлении желирующих агентов, ухудшает растворимость сахаров и увеличивает возможность выпадения осадка.	вода с высоким содержанием минеральных веществ искажает вкус чаев, в состав которых входит лимонная кислота

При анализе факторов, формирующих тело напитка наиболее значимым хотелось бы выделить вязкость. При исследование состава авторских чаев, представленных на рынке г. Екатеринбурга от трех торговых компаний было выявлено два компонента, на основе которых наиболее часто формируют тело напитка посредством такого фактора как вязкость – это цукаты и мармелад. Если анализировать ассортимент авторских чаев, приготавливаемых непосредственно в предприятиях общественного питания, то в качестве компонента вязкости преобладает использование фруктовых пюре, они поставляются в замороженном виде, легкие в использовании, позволяют обеспечить точное дозирование, что гарантирует стабильный вкус и качество.

Цукаты – это кусочки фруктов или овощей, которые прошли дополнительную концентрацию сахаром. Изготавливаются по трем технологиям:

1. Откидные – имеют прочную подсохшую сахарную пленку на поверхности
2. Кандированные – имеют стекловидную блестящую сахарную корочку, образованную за счет выдержки в охлажденном сахарном сиропе
3. Тираженные – имеют корочку как у кандированных, но менее однородную, образованную за счет выдержки в горячем сахарном сиропе.

При добавлении в чай цукатов происходит комплексное взаимодействие их компонентов с чайным листом, сахара цукатов усиливаю сладость напитков и создают более мягкую текстуру, что наиболее выгодно подчеркивает зеленые и травяные чаи, что в совокупности формирует тело напитка. Эфирные масла и органические соединения в цукатах, такие как камфен, цинеол и барнеол, дополняют природный аромат чайного листа, что позволяет создать многогранный флейвор напитка. Добавление цитрусовых цукатов усиливает ноту цитрусов в чае, а сухофрукты ноты карамели, меда или специй [2].

При добавлении цукатов в купаж авторского чая важно учитывать технологические особенности:

1. Температура заваривания – высокая температура (не менее 85^{o}C) способствует полному растворению сахар и раскрытию ароматических соединений
2. Длительность заваривания – небольшое время (3-5 минут) позволит сохранить свежесть фруктов в цукатах, более длительное (7-10 минут) обеспечит более глубокий и насыщенный вкус

Цукаты являются распространенным, сравнительно не дорогим и с высоким сроком хранения сырьем, с помощью которого можно эффективно сформировать тело напитка. Анализ готовых сухих смесей авторских чаев это полностью подтверждает, более 95% образцов имеют в своем составе цукаты, их использование при моделировании авторских чаев позволяет расширить возможности для формирования уникальных рецептур [3].

Вторым по популярности компонентом, который влияет на формирование тела напитка, является фруктовый мармелад. Используется реже, чем цукаты, но в последнее время отмечается увеличивающий интерес к этому ингредиенту при моделировании авторских чаев, далее рассмотрим причины.

Мармелад – это сахаристое кондитерское изделие, получаемое путем уваривания фруктового или овощного сока с желирующим агентом и сахаром. В отличии от цукатов, добавление мармелада в авторский чай позволяет не только наполнить тело напитка растворимыми сахарами, но и обогатить его соком фруктов, на основе которых приготовлен мармелад. Мармелад полностью растворяется при приготовлении авторского чая, что позволяет внести элемент шоу-подачи для гостя. Выбирая мармелад необычной формы можно добавить эстетическое удовольствие, а также изменить консистенцию за счет растворимых пектинов, входящих в состав мармелада [1,6].

Пектин является функциональной добавкой, стимулирующей работу кишечника и нормализацию его микрофлоры. Входящие в состав мармелада витамины А, С и витамины группы В, калий, кальций и антиоксиданты также повышают его привлекательность при моделировании авторских чаев.

Негативным фактором хотелось бы отметить высокое содержание сахара (до 70% в некоторых промышленных образцах), что не согласуется с принципами функционального питания, а также делает его непригодным в рационе людей с сахарным диабетом. Для решения вопроса высокого содержания сахара необходимо развивать производство специализированного мармелада, с заданными показателями пектина, фруктовой основы и сахаров [1].

Также перспективным направлением хотелось бы отметить овощные или фруктово-овощные мармелады, в дополнение к вышеуказанным положительным качествам они могут обогатить авторский чай природным цветом, а также уникальным сочетанием вкусов.

Выводы – тело напитка является важным аспектом его восприятия, обеспечивающий не только физиологические функции, но и эстетическое удовольствие. Понимание факторов, влияющих на формирование тела напитка позволяет разрабатывать новые продукты, адаптированные к запросам потребителя с учетом культурно-исторических предпочтений и принципов функционального питания, что делает исследования в этой области крайне актуальными.

Список литературы

1. Смирнов, А. О. анализ потребительских свойств мармелада / А. О. Смирнов, И. Ю. Резниченко // Инновации в пищевой биотехнологии: сборник тезисов VII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 14 мая 2019 года / Кемеровский государственный университет. Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – С. 444-446. – EDN XFIMCR.
2. Жарков, Г. Э. Цукаты: понятие, ассортимент и особенности приготовления / Г. Э. Жарков // Идеи молодых ученых -агропромышленному комплексу: развитие ветеринарных и естественных наук : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Института ветеринарной медицины, Института агроэкологии, Троицк, Миасское, 03–07 марта 2025 года. – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2025. – С. 201-206. – EDN OLKGSG.
3. Петрова, Е. А. Исследование оптимального рецепта цукатов из моркови / Е. А. Петрова, Е. А. Лалетина // Технология и гигиена питания к 105-летию ФГБОУ ВО "Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского": Материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Донецк, 28 марта 2025 года. – Донецк: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2025. – С. 93-96. – EDN MWIPSC.

4. Бабич, Д. А. Разработка технологии получения восстановленного ароматизированного чая : специальность 05.18.10 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бабич Дарья Александровна. – Краснодар, 2009. – 23 с. – EDN NLDWMN.
5. Чугунова, О. В. Оценка потребительского рынка продовольственных товаров на примере Свердловской области / О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина, В. В. Фозилова // Управленец. – 2012. – № 7-8(35-36). – С. 16-20. – EDN РЕМННТ.
6. Попова, Е. И. Технология производства фруктового мармелада для здорового питания / Е. И. Попова, Н. В. Хромов // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 31 марта 2020 года / Ответственный за выпуск А.В. Степовой. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 641-644. – EDN LZODFK.
7. Микологическая безопасность черного чая и черного чая в смеси с чабрецом / К. М. Григорян, Л. Л. Акопян, В. В. Овсепян, М. П. Саргсян // Инновационное развитие экономики : Материалы второго Крымского инновационного форума, Симферополь - Алушта, 25 июня – 18 2020 года / ФГБУН «НИИСХ Крыма», Научно-технический союз Крыма. – Симферополь - Алушта: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – С. 24-32. – EDN XQOLIE.

УДК 664.6/.7

Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Лукина С.Н., Люкова В.Г.
Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ БЕРЕЗОВЫХ ОБОГАТИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУЛОЧКИ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА

Аннотация. В данной статье приведены результаты по выбору рациональной дозировки обогатителей для булочки из пшеничной муки высшего сорта - сока березового и отвара березовых почек, взамен питьевой воды в рецептуре. Выявлено, что рациональным соотношением данных обогатителей является 70:30 %, так как при этом наблюдались наилучшие органолептические и физико-химические показатели готового изделия.

Ключевые слова: обогатители, булочка, показатели качества, рациональные дозировки.

Хлебопекарная промышленность является одной из ключевых отраслей пищевой индустрии, а качество выпускаемой продукции остается приоритетной задачей для производителей. Недостаточное потребление микронутриентов наносит существенный ущерб здоровью человека. Введение нетрадиционных видов сырья в рецептуру хлебобулочных изделий позволяет решать сразу несколько задач: компенсировать недостаток витаминов и минеральных веществ в рационе современного человека, улучшить структурно-механические свойства теста, расширить ассортимент и продлить срок годности готовых изделий [1, 2, 3].

Особый интерес представляют обогатители, обладающие лечебно-профилактическими свойствами. Мониторинг структуры ассортимента хлебобулочных изделий показывает перспективность разработки ассортимента продуктов функционального назначения. Рацион современного человека, достаточный для покрытия энергозатрат, не обеспечивает поступление рекомендуемого количества микронутриентов. Существенная роль в профилактике недостаточной обеспеченности населения микронутриентами традиционно отводится обогащению пищевых продуктов, и в первую очередь хлеба, ценными биологически активными пищевыми веществами [4, 5, 6].

На кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий при разработке хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта применяли сок березовый и отвар березовых почек. Целью исследований было определение рациональной дозировки данных обогатителей в рецептуре булочек из муки пшеничной высшего сорта. Контрольным образцом было изделие, приготовленное по рецептуре турецких «симитов» (образец № 1) [7].

В рецептуре опытных образцов заменяли питьевую воду на сок березовый и отвар березовых почек в соотношениях соответственно, %: 65:35 (образец № 2); 70:30 (образец № 3); 75:25 (образец № 4); 80:20 (образец № 5).

Тесто готовили безопарным способом из хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта и другого основного и дополнительного сырья, в соответствии с рецептурой. Полуфабрикат замешивали в тестомесильной машине KitchenAid. Затем образцы теста помещали в термостат для брожения при температуре 30 ºС. Из выброженного теста формовали тестовые заготовки массой 0,1

г. Разделку и формование производили вручную; окончательную расстойку – в расстойном шкафу при температуре 40±1 ºС и относительной влажности воздуха 80-85 % в течение 38-40 мин. Выпечку проводили в электропечи КЭП-10П с увлажнением при температуре 190-210 °С в течение 12-15 мин.

В процессе брожения полуфабрикатов исследовали изменение титруемой кислотности теста методом титрования и его газоудерживающую способность - волюмометрическим способом. В готовых изделиях определяли органолептические (внешний вид: форма, поверхность, цвет, вкус и запах,) (согласно ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия») и физико-химические показатели (кислотность, град – по ГОСТ 5670-96, удельный объем, $см^3$/100 г – волюмометрическим способом) [8, 9].

Экспериментальные исследования проводили в трехкратной повторности, полученные данные обрабатывали общепринятыми методами математической статистики с использованием стандартного пакета прикладных программ MAPLE 8. Ошибка опыта не превышала 5 %.

Выявлено, что процесс кислотонакопления протекал активнее в образце № 2 (из пшеничной муки высшего сорта с внесением сока березового и отвара березовых почек в соотношении 70:30 % соответственно). Соотношение обогатителей (сока березового и отвара березовых почек) 70:30 % способствовало наиболее благоприятному протеканию физико-химических процессов в тесте, что обеспечивало оптимальное значение титруемой кислотности в конце брожения (3,4 град) (рис. 1).

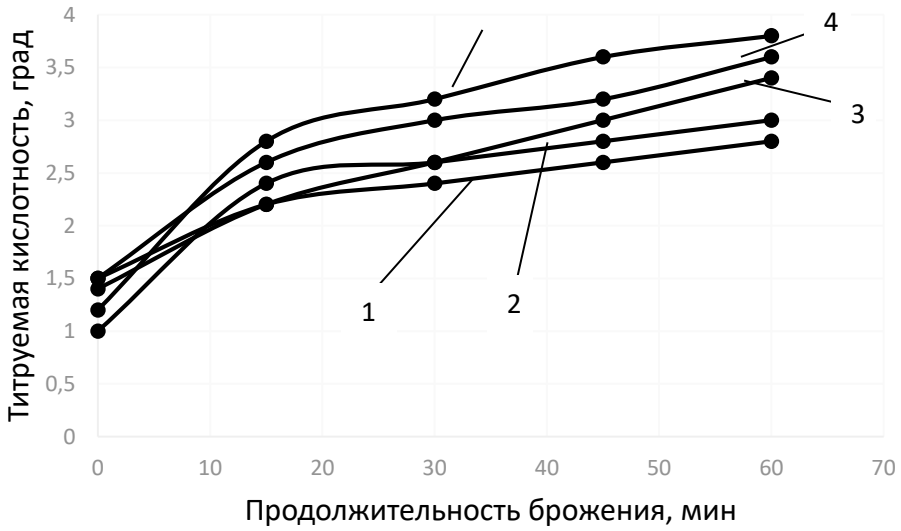


Рисунок 1. – Изменение титруемой кислотности в процессе брожения теста в зависимости от соотношения дозировки обогатителей - сока березового и отвара березовых почек, %: 1 - контроль; 2 - 65:35; 3 - 70:30; 4 - 75:25; 5 - 80:20

Определение газоудерживающей способности теста образца № 3, приготовленного с дозировкой обогатителей (сока березового и отвара березовых почек) в соотношении 70:30 %, выявило максимальные значения исследуемого параметра по сравнению с другими соотношениями дозировок обогатителей (рис. 2).

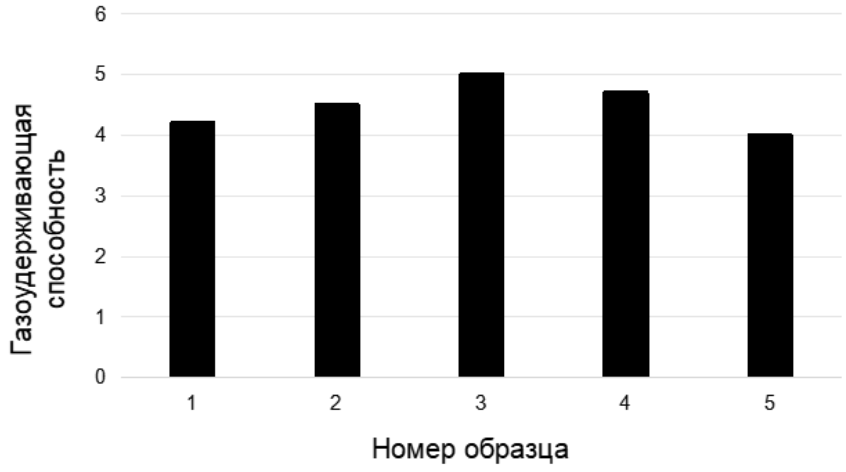


Рисунок 2. – Изменение газоудерживающей способности теста в процессе его брожения в зависимости от соотношения дозировки обогатителей - сока березового и отвара березовых почек, %: 1 - контроль; 2 - 65:35; 3 - 70:30; 4 - 75:25; 5 - 80:20

При выборе рациональных дозировок обогатителей решающим условием является качество изделий. По органолептическим показателям в булочках, независимо от соотношения дозировки обогатителей, наблюдался незначительный привкус и запах березового сока и отвара березовых почек, образцы имели форму и поверхность, свойственные булочкам, цвет в изломе – светло-желтый, изделия обладали гладкой поверхностью, без крупных трещин и подрывов, были пропеченные, не липкие, без комочков и признаков непромеса.

При сравнительной оценке хлебобулочных изделий, изготовленных с различной дозировкой обогатителей, установлено, что наилучшими физико-химическими показателями характеризовались булочки, в тесте которых соотношение обогатителей (сока березового и отвара березовых почек) составляло 70:30 % соответственно.

Влияние соотношения дозировок обогатителей на показатели качества изделий представлено в таблице.

Таблица - Физико-химические показатели качества булочек из пшеничной муки высшего сорта с внесением сока березового и отвара березовых почек в различных соотношениях

Наименование показателей	Значение показателей качества булочек, приготовленных с разным соотношением березового сока и отвара березовых почек, %				
	контроль	65:35	70:30	75:25	80:20
Влажность, %	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0
Кислотность, град	2,8	3,0	3,4	3,6	3,8
Удельный объем, $см^3$/100 г	265,0	282,0	330,0	311,0	278,0

Установлено, что наибольшим значением удельного объема характеризовались булочки, приготовленные с внесением обогатителей по 3 варианту. По результатам исследований разработан пакет документов ТУ, ТИ, РЦ на булочку «Капель» из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с березовым соком и отваром березовых почек (ТУ 10.72.19.121-646-02068108-2026).

Таким образом, проведенными исследованиями доказано, что рациональной дозировкой обогатителей (сока березового и отвара березовых почек) для булочек из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта является соотношение 70:30 % соответственно, так как при этом наблюдались наилучшие показатели качества готовых изделий.

Список литературы

1. Мартин, А.С. Применение продуктов переработки растительного и животного происхождения в качестве основы для обогащения хлебобулочных изделий / А.С. Мартин, Е.В. Белокурова, Н.М. Дерканосова // Хлебопечение России. – 2024. – Т. 68, № 5. – С. 19-30. – Текст: электронный. – URL: https://hbreview.ru/index.php/hb/issue/view/15/17

2. Степычева, Н. В. Теоретические и практические аспекты разработки функциональных хлебобулочных изделий : учебное пособие / Н. В. Степычева, С. Н. Петрова. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2022. — 184 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/207680

3. Росляков, Ю.Ф. Инновационные ингредиенты в технологии хлебопечения / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. - № 98. – С. 480-515

4. Бережной, А.С. Влияние качества питьевой воды на потребительские совйства хлебобулочных изделий: анализ рынка и предпочтений потребителей / А.С. Бережной // Хлебопечение России. – 2024. – Т. 68, № 6. – С. 38. – Текст: электронный. URL: https://hbreview.ru/index.php/hb/issue/view/16/18

5. Степычева, Н. В. Теоретические и практические аспекты разработки функциональных хлебобулочных изделий : учебное пособие / Н. В. Степычева, С. Н. Петрова. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2022. — 184 с. — ISBN 978--5--4377--0153--9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/207680

6. Попова, Н. Н. Основы рационального питания : учебное пособие / Н. Н. Попова. — Воронеж : ВГУИТ, 2013. — 106 с. — ISBN 978-5-00032-012-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71654

7. Симит - турецкие бублики – 2022. – Текст: электронный. – URL: https://www.vkusnyblog.com/recipe/simit-turetskie-bubliki/
8. Алехина, Н.Н. Общая технология отрасли: оценка качества сырья растительного, животного и природного происхождения : учебное пособие для вузов / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, Т. Н. Малютина. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 240 с. — Текст : электронный // — URL: https://e.lanbook.com/book/437234
9. Пономарева , Е.И. Технология хлебобулочных изделий. Практикум : учебное пособие для СПО / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, Н. Н. Алехина, Т. Н. Малютина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 232 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497666

ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.07

Савинкова Е. А., Охотников С. И., Нигматуллин Р. И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЫРОКОПЧЁНЫХ КОЛБАС

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по изучению влияния стартовых культур на комплексные показатели качества сырокопчёных колбас. Проведён сравнительный анализ химического состава, пластичности, динамики перекисного и кислотного чисел в процессе хранения, органолептических и микробиологических показателей опытного и контрольного образцов. Установлено, что внесение стартовых культур способствует снижению массовой доли влаги, повышению органолептической оценки (23,5 против 20,7 баллов), сохранению окислительной стабильности и микробиологической безопасности продукта. Полученные данные подтверждают целесообразность применения стартовых культур для оптимизации технологии и улучшения потребительских характеристик сырокопчёных колбас.

Ключевые слова: колбасные изделия, стартовая культура, мясное сырье, полукопчёные колбасы, качество, органолептические показатели, йодное число, безопасность.

Согласно ГОСТ 33708-2015 стартовая культура – это чистая культура или бактериальный препарат специально подобранных отдельных штаммов живых микроорганизмов, а также смесей штаммов в питательных средах, использованных для их выращивания, либо суспензии вегетативных клеток без или со средой культивирования, приготовленные на специализированных предприятиях и предназначенные для прямого внесения в мясное сырье.

Стартовая культура обычно представляет собой конгломерат различных специализированных штаммов микроорганизмов, целенаправленно воздействующих на качество и свойства продукта. Среди которых выделяют четыре группы:

- кислотообразующие;
- формирующие аромат и цвет продукта;
- культуры для обработки поверхности;
- защитные культуры.

Это могут быть бактерии *Lactobacillus* (*L. curvatus, L. sakei, L. plantarum*), *Pediococcus* (*P. Pentosaceus, P. acidilactici*), *Staphylococcus* (*S. Carmosus, S.xylosus*), подавляющие развитие патогенных микроорганизмов и оказывающих косвенное влияние на формирование цвета, вкуса, текстуры фаршей и готовых продуктов; микромицеты *Penicillium carnosus, Penicillium xylosus*, формирующие вкус и аромат продукта и защищающие его от аэробного воздействия и света, останавливающие рост *bsp*-дрожжей; дрожжевые грибы *Debaryomyces hanseil*, формирующие вкус и аромат.

Применение стартовых культур – альтернатива синтетическим антиоксидантам, используемым для увеличения срока годности ферментированных мясных продуктов, поскольку способствуют снижению окислительных процессов тем самым воздействуют на их безопасность.

Наши исследования были посвящены изучению влияния стартовых культур на качество и безопасность сырокопчёных колбасных изделий, при производстве которых данные культуры не используются. С этой целью за основу взяли рецептуру сырокопченой колбасы «Особенная» I категории с массовой долей мышечной ткани свыше 60%.

В процессе исследования модельные фарши опытного варианта (с использованием стартовых культур) и контрольного вариант сырокопченых колбас (без использования стартовых культур) исследовали по химическому составу, их реологических, функционально-технологических, структурно-механических, химических свойств и органолептическим показателям. А также изучение окислительных и гидролитических процессов, происходящих в процессе холодного копчения батонов и в условиях длительного хранения готовых изделий. Определены оптимальные количества вводимых в состав сырья стартовых культур при выработке сырокопчёных колбас.

Объектами исследования являлись основное сырье, соответствующее требованиям Технического регламента Таможенного союза 034/2013: говядина I и II категории упитанности (ГОСТ 43120-2017), свинина II категории (ГОСТ 31476-2012), шпик свиной (ГОСТ Р 55485-2013); пряности и

вспомогательные материалы: соль пищевая (ГОСТ Р 51572-2000), сахарный песок (ГОСТ Р 33222-2015), пряности (ГОСТ Р 29050-91 Перец черный и белый), вода питьевая (ГОСТ Р 51232-98).

При выработке опытных образцов сырокопчёных колбасных изделий использовали стартовую культуру Fermarom™ GT/200 компании «ПТИ», включающую штаммы *Kocuria salsicia* и *Lactobacillus sakei* для сырокопченых и сыровяленых колбас, которые в соответствии ГОСТ Р 55456-2013 способствуют снижению уровня pH в мясных системах до значений pH 5,0-5,3 ед. в диапазоне температур 22-24℃ в течение 35 часов и обеспечивающих формирование характерных, присущих сырокопчёным колбасам органолептических показателей.

В процессе выработки опытного и контрольного варианта мясное сырье подготавливали, нарезая на куски массой до 400 г, при этом, отделяя от мякоти соединительную ткань, сухожилия, хрящи жир. Подготовленное основное сырье подвергали посолу из расчета 3,5 кг поваренной соли на 100 кг мяса. Солёные куски мяса выдерживались в камерах при *t* = 0-2℃ в течение 7-10 суток. Солёные куски мяса измельчались на волчке. Затем фарш из говядины перемешивали в течение 3-5 минут, добавлялись специи и вводя постепенно свинину жилованную, а затем – свиную грудинку. После чего фарш охлаждался при *t* = 0-2℃. По истечение суток фарш набивали в оболочку и подвешивали в прохладном помещении на 24 часа. После чего батоны подвергались холодному копчению и сушке. Для большего уплотнения фарша производили обвязку батонов шпагатом через каждые пять см.

После чего в течение 5 суток производили осадку при *t* = 0-2℃, а затем, в течение 3 суток – холодное копчение (*t* = 18-22℃). Сушка готового изделия осуществлялась при *t* = 12℃и относительной влажности 75% в сушильных шкафах в течение 30 суток.

Оценку качества и безопасность готовых продуктов проводили после сушки. Концентрацию водородных ионов в фарше и модельных продуктах определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 51478-99.

Влагосвязывающую способность по Грау-Хамма в модификации Воловинской-Кельман. Влагоудерживающую способность определяли с использованием молочного жиромера по объему выделившейся влаги.

Массовую долю влаги высушиваем навесок в сушильном шкафу при температуре 103±2℃ по ГОСТ 33319-2015. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017. Массовую долю жира – по ГОСТ 25011-2017. Массовую долю золы – по ГОСТ 31727-2012. Определение степени окисления жира в готовом продукте – методом определения перекисного числа по ГОСТ Р 51487-99.

Измерение реологических показателей проводили по общепринятым методикам. Полученные результаты обрабатывались методом вариационной статистики. Выработку модельных образцов сырокопчёных колбас в соответствии с рецептом, приведенным в таблице 1.

Таблица 1–Рецепт модельной сырокопченой колбасы «Особенная»

Ингредиент	Содержание на 100 кг несолёного сырья
Сырьё несоленое, кг на 100 кг	
Говядина жилованная высшего сорта	40
Свинина жилованная нежирная	10
Грудинка свиная	50
Пряности и материалы, г на 100 кг несолёного сырья	
Соль поваренная пищевая	3500
Нитрит натрия	10
Сахар кристаллический	200
Перец черный молотый	100
Орех мускатный молотый	30
Мадера	259

Выход готового продукта 65%. В опытном образце, в отличие от контроля, использовалась стартовая культура. Опытный и контрольные образцы сырокопчёных колбас исследовались по химическому составу и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав опытного и контрольного образцов сырокопчёных колбас

Показатель	Контроль	Опыт
Массовая доля влаги, %	34,13±0,86	35,25±0,90
Массовая доля белка, %	19,25±0,60	19,50±0,41
Массовая доля жира, %	48,88±0,79	48,90±0,49
Массовая доля золы, %	1,06±0,02	1,02±0,01

Как показал анализ таблицы 2, массовая доля влаги в контрольном образце составила 34,13%, а в опытном – 35,25%. Разница по данному показателю 1,12% (*td* = 0,9 при *P* > 0,95) не является статистически значимой.

Массовая доля белка, соответственно, составила в контроле 19,25%, что на 0,25 меньше, чем в опыте (*td* = 0,34 при *P* > 0,95). Разница по содержанию золы между контрольным и опытным вариантами составила 0,04% (*td* = 1,81 при *P* > 0,95). По массовой доле жира разницы между контрольным и опытным образцами не обнаружено.

Одним из значимых критериев оценки готового продукта является пластичность (Таблица 3). Этот параметр тесно связан с вязкостно-упругими свойствами (ВСС и ВУС) и относится к структурно-механическим характеристикам.

Таблица 3 – Пластичность модельных колбасных изделий

Показатель	Контроль	Опыт
Пластичность, Па×10^2	0,94	0,71

Показатель пластичности был выше у контрольного образца и составил 0,94 × 10^2 Па, что на 32,4% больше, чем у опытного образца. Это объясняется тем, что контрольный образец содержит больше массовой доли влаги, что делает его более пластичным.

Для оценки окислительной порчи продукта были определены перекисное и кислотное числа. Измерения динамики данных показателей проводились по истечении двух, трёх и шести месяцев хранения при оптимальном температурно-влажностном режиме. Результаты измерений представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика перекисного и кислотного чисел модельного продукта в процессе хранения

Показатель	Продолжительность хранения, мес.			
	0	2	3	6
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг	1,66±0,23	2,70±0,14	3,38±0,23	5,12±0,03
Кислотное число, мг КОН/1 г жира	1,57±0,06	2,43±0,05	2,74±0,03	3,07±0,17

Как показали данные таблицы, перекисное число имело тенденцию к увеличению на протяжении срока хранения и через 2 месяца наблюдения составляло 2,70±0,14; через 3 месяца – 3,38±0,23; через – 5,12±0,03 мг КОН/1 г жира. Аналогичная картина происходила с кислотным числом, показания которого составили 2,43±0,05 мг КОН/1 г жира через два месяца; 2,74±0,03 – через три и 3,07±0,17 – через шесть месяцев, что является допустимым значением и свидетельствует о низком уровне окислительной порчи продукта.

Исследование органолептических характеристик было направлено на выявление качественных особенностей модельных полукопчёных колбас.

Таблица 5 – Балльная оценка органолептических показателей модельного продукта

Показатель	Контроль	Опыт
Внешний вид	4,3±0,10	4,7±0,20
Цвет	4,0±0,12	4,6±0,16
Вкус	3,9±0,15	4,7±0,10
Запах	4,5±0,01	4,8±0,18
Консистенция	4,0±0,18	4,7±0,20
Сумма баллов	20,7	23,5

Батоны выработанных образцов контрольного и опытного вариантов имели плотную, твёрдую консистенцию, чистую и сухую поверхность, без серых пятен, слипов, пустот, наплывов фарша, видимых включений соединительной ткани и повреждений оболочки. На срезе было видно, что фарш равномерно перемешан и имеет тёмно-красный цвет. Контрольный и опытные образцы не имели посторонних привкусов и запахов, а обладали приятным, слегка острым и солоноватым запахом вкусом, а также характерным запахом с выраженным ароматом пряностей и копчения. Но тем не менее, при органолептической оценке по комплексу признаков более высокую оценку получил опытный вариант сырокопченой колбасы – 23,5 против 20,7 баллов в контроле, что свидетельствует о положительном влиянии на органолептические показатели стартовых культур, внесенных в фарш при изготовлении сырокопченых колбас.

Результаты оценки микробиологической безопасности готовых продуктов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка микробиологической безопасности модельных продуктов

Показатель	Требования ГОСТа	Опытный образец
КМАФАнМ, КОЕ/г (см^2)	менее 1×10^3	менее 1×10^2
Масса продукта (г) в которой не допускается		
БГКП (колиформные бактерии)	менее 1×10^3	не обнаружено
S.aureus	отсутствуют в 1,0 г	не обнаружено
Бактерии рода *Proteus*	отсутствуют в 1,0 г	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы рода *Salmonella*	отсутствуют в 1,0 г	не обнаружено

Как следует из представленных в таблице данных, микробиологические характеристики мясного продукта соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к данному виду продукции.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что использование стартовых культур при производстве сырокопчёной колбасы положительно влияет на её органолептические свойства. Хотя разница в некоторых физико-химических показателях между контрольными и опытными образцами оказалась несущественной (например, содержание влаги различалось всего на 1,12%, белка – на 0,25%), органолептическая оценка выявила значительное превосходство опытных образцов, содержащих стартовые культуры. Так, общий балл органолептического анализа у опытных образцов составил 23,5, тогда как у контрольных – 20,7. Кроме того, все исследуемые параметры, такие как перекисное число (до 5,12 ± 0,03 мг КОН/1 г жира) и кислотное число (3,07 ± 0,17 мг КОН/1 г жира), оставались в пределах допустимого уровня даже после длительного хранения, что подтверждает стабильность и безопасность продукта. Микробиологический анализ также подтвердил соответствие продукции санитарно-гигиеническим нормам.

Таким образом, введение стартовых культур в процесс производства сырокопчёных колбас может считаться эффективным способом повышения органолептических качеств изделия без снижения его безопасности и основных технологических характеристик.

Список литература

1. Байтукенова Ш. Б. Влияние стартовых культур на качество мяса для сырокопчёных колбас Ш. Б. Байтукенова, У. А. Рыспаева, Г. Б. Абдилова, М. К. Шаяхметова / Вестник университета Шакарима. Технические науки № 2(2) 2021 С. 26-30.
2. Нестеренко А. А. Применение стартовых культур в технологии сырокопченых колбас / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2014. – № 8 (67). – С. 216-219. – URL: https://moluch.ru/archive/67/11440/ (дата обращения: 29.02.2024).
3. Шамчикова А. Как правильно выбрать стартовые культуры / Мясные технологии № 11 2022 – С. 44-46. URL: https://tokomelit.ru/data/MT%2011-2022.pdf
4. Семенова А.А. Требования к стартовым культурам, применяемым в мясной промышленности / А.А. Семенова, М.Ю. Минаев, Д.Е. Кровопусков. – Все о мясе. – 2012. – № 5. – С. 44–46.
5. Полтавская Ю.А. Применение стартовых культур при производстве сырокопченых колбас / Ю. А. Полтавская, М. Б. Ребезов, А. А. Соловьева [и др.]. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 9 (68). — С. 193-196. — URL: https://moluch.ru/archive/68/11523/ (дата обращения: 01.03.2024).
6. Соловьева А.А. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности / Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л. – Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 10. № 1. С. 84-88.
7. Тарасова И.В. Влияние стартовых культур на вторичное сырье животного происхождения – Тарасова И. В., Ребезов М. Б., Зинина О. В., Ребезов Я. М., Полтавская Ю. А. // Молодой ученый. – 2013. – № 10. –С. 209-212.

УДК 637.07

Савинкова Е.А., Охотников С.И., Нигматуллин Р.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОЦЕНКА СОСТАВА, ТЕКСТУРЫ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КУРИНЫХ НАГГЕТСОВ ПОСЛЕ МОДИФИКАЦИИ ИХ РЕЦЕПТУРЫ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по изучению влияния замены куриного жира на куриную кожу с добавлением соевой клетчатки в рецептуре куриных наггетсов. Изучены химический состав, органолептические показатели, выход и микробиологическая безопасность опытных образцов. Результаты показали увеличение в модельных продуктах массовой доли белка на 1,1–1,2% и снижение жира на 3,97–4,09% по сравнению с контролем. Ввод в состав рецептуры соевой клетчатки способствовал повышению влагоудерживающей способности продукта на 2,54–2,85%. Все модельные образцы получили высокие органолептические оценки, выход продукта увеличился, микробиологические показатели соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01. Замена жира куриной кожей обогащает продукт белком, а соевая клетчатка — пищевыми волокнами без ухудшения качества.

Ключевые слова: куриные наггетсы, куриная кожа, соевая клетчатка, органолептические показатели, полуфабрикаты.

Мясо и мясопродукты представляют собой значимый источник высококачественного белка, микроэлементов (железо, цинк, селен), витаминов группы *B* и биологически активных соединений. Современные технологии переработки позволяют сохранять нутритивный профиль сырья. Полуфабрикаты из мяса птицы, в том числе наггетсы, занимают устойчивые позиции в мясоперерабатывающей отрасли [11, 12].

Наггетсы, разработанные в США в середине XX века, представляют собой порционные изделия из куриного филе или фарша в панировочном слое, подвергающиеся кратковременной термической обработке. Благодаря распространению сетей быстрого питания по всему миру, наггетсы, созданные в США, быстро приобрели мировую известность и заняли устойчивую нишу в ассортименте предприятий общественного питания. В России они появились в 1998 году и с тех пор стали популярным блюдом. Уровень потребления данных мясных полуфабрикатов у нас в стране составляет 10–12 кг на душу населения в год. Это существенно ниже среднеевропейских показателей (35–40 кг), что свидетельствует о потенциале развития данного сегмента в пищевой промышленности [3].

Вместе с тем высокое содержание жира в традиционных рецептурах наггетсов вызывает обоснованную озабоченность в контексте профилактики алиментарно-зависимых заболеваний. Избыточное потребление липидов ассоциировано с риском развития метаболических нарушений, включая ожирение, артериальную гипертензию и атеросклероз. Одним из перспективных направлений модификации рецептур является частичная или полная замена жирового компонента на менее калорийные ингредиенты [2].

В настоящее время активно проводятся исследования, направленные на изучение потенциала куриной кожи в контексте расширения ассортимента пищевых продуктов и улучшения их качественных характеристик [7].

Параллельно отмечается дефицит пищевых волокон в рационе современного человека (11–13 г/сут при норме 15–20 г) [10]. Пищевые волокна выполняют важные физиологические функции, участвуя в регуляции липидного обмена, поддержании микробиоты кишечника и нормализации работы желудочно-кишечного тракта. В мясной промышленности они применяются в качестве стабилизирующих и эмульгирующих добавок, улучшающих структурно-механические и технологические свойства продукции [1, 6].

Введение пищевых волокон в состав наггетсов способно придать продукту функциональные свойства [4, 8, 9]. В рамках настоящего исследования в модельные образцы были включены куриная кожа (побочный продукт переработки птицы, обладающий влагосвязывающей способностью) и соевая клетчатка, улучшающая реологические показатели и влагоудерживающую способность фаршевых систем. Использование данных компонентов направлено на оптимизацию производственного процесса, снижение себестоимости и повышение качественных характеристик готового продукта.

В представленной работе проведена комплексная оценка качества и безопасности опытных образцов куриных наггетсов с модифицированной рецептурой.

В ходе исследования проводилась оценка качества и безопасности модельных образцов куриных наггетсов.

Объектом нашего исследования стали куриные наггетсы с пониженным содержанием жира.

Для проведения исследования отбиралось *основное сырье*, соответствующее требованиям Технического регламента Таможенного союза 034/2013: филе куриное (ГОСТ 32607-2013); кожа куриная (ГОСТ 31657-2012); мясо птицы механической обвалки (ГОСТ 31490-2012).

Пряности и вспомогательные материалы: соль пищевая (ГОСТ Р 51572-2000); пряности (ГОСТ Р 29050-91); вода питьевая (ГОСТ Р 51232-98); льезон Протекс-А 10/1 КЛ.

Отбор проб для исследования и их подготовка проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14604.

Определение органолептических и физико-химических показателей по ГОСТ 31470-2012 и ГОСТ Р 51944-2002.

Массовую долю влаги высушиваем навесок в сушильном шкафу при температуре 103±2℃ по ГОСТ 33319-2015.

Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017.

Массовую долю жира – по ГОСТ 25011-2017.

Массовую долю золы – по ГОСТ 31727-2012.

Полученные результаты обрабатывались методом вариационной статистики.

Для выработки модельных выбрали мясо птицы местных производителей. Мясо цыплят-бройлеров обладает некоторыми особенностями, отличающими его от других видов мяса. В связи с тем, что в нем относительно слабо развита соединительная ткань, оно содержит больше полноценных и усвояемых белков по сравнению с мясом убойных животных. При этом незаменимые аминокислоты входят в состав белков мяса кур в оптимальных соотношениях [6]. После обвалки, жиловки, сортировки использовали куриное филе, кожу, куриный жир и мясо механической обвалки в соответствии с рецептурой (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептура куриных наггетсов с различным содержанием смеси кожи и соевой клетчатки

Ингредиенты	Рецептуры		
	Контроль	Опыт I	Опыт II
Содержание на 100 кг несолёного сырья / Content per 100 kg of unsalted raw material			
Куриное филе, кг	70	70	70
Мясо механической обвалки, кг	20	20	20
Жир куриный, кг	10	-	-
Соевая клетчатка	-	2,5	2,5
Куриная кожа	-	1,5	2,5
Вода для гидратирования соевой клетчатки, кг	-	6	5
Итого	100	100	100
Пряности и материалы, г на 100 кг несолёного сырья			
NaCl, г	900,0	900,0	900,0
Триполифосфат натрия, г	300,0	300,0	300,0
Перец черный молотый, г	250,0	250,0	250,0
Лед, кг	3,0	3,0	3,0

Подготовленное сырьё измельчали на волчке с диаметром отверстий в решетке 5 мм. Измельченные компоненты фарша на протяжении 5-7 минут тщательно перемешивались.

На этой стадии процесса в опытные образцы наггетсов вводились в разных соотношениях кожа кур, соевая клетчатка, поваренная соль, специи и пряности в соответствии с рецептурой. Из подготовленного фарша вручную формовали полуфабрикаты по 50 г. Для панировки продукта использовали лизьон Протекс-А 10/1КЛ (многокомпонентный продукт на основе пшеничной муки холодного набухания).

После нанесения панировочного слоя наггетсы для фиксации формы и образования корочки подвергались кратковременной термообработке во фритюре в подсолнечном масле при температуре 180±2°С в течение 5 минут. После охлаждения и удаления излишков масла выработанные продукты подвергали контролю качества и безопасности.

В соответствии с рецептурой в состав контрольного и опытных вариантов наггетсов включали 70% фарша из куриного филе и 20% мяса механической обвалки. В контрольный вариант вводили 10% куриного жира. В опытные варианты вместо жира вводили куриную кожу, соевую клетчатку и воду для её гидратирования в количествах: 2,5; 2,5% и 5,0 %, соответственно в опыте I и 2,5; 1,5% и 6,0 %, соответственно, в опыте II.

Выработанные варианты наггетсов исследовали по химическому составу. Результаты анализа приведены в таблице 2. Как показывает анализ табличных данных массовая доля белка во всех

выработанных образцах наггетсов соответствовала требованиям ГОСТ 32737-2014. Однако опытные образцы готового продукта превосходили контроль по содержанию белка – на 1,2% в сравнении с опытом i и на 1,1% – в сравнении с опытом II, что объясняется вводом более богатых белком ингредиентов.

Таблица 2 - Состав и физические свойства контрольного и опытных образцов продукта

Показатели	Вариант		
	Контроль	Опыт I	Опыт II
Массовая доля белка, %	15,2 + 0,76	16,4 + 0,41	16,3 + 0,65
Массовая доля жира, %	11,62 + 0,32	7,65 + 0,25	7,52 + 0,12
Массовая доля влаги, %	71,36 + 1,13	73,9 + 0,88	74,21 + 0,64
Массовая доля золы, %	1,82 + 0,02	2,05 + 0,06	1,97 + 0,10

Контроль по содержанию жира превосходил опытные образцы. Так, в контрольном варианте массовая доля жира составляла 11,62+0,32%, в то время, как в опыте I – 7,65+0,25% (разница на 3,97%), а в опыте II – 7,25+0,12% (разница на 4,09%). Снижении содержания жира опытных образцах обусловлено заменой куриного жира на куриную кожу в рецептуре наггетсов.

Массовая доля влаги в контроле составила 71,95+1,13%; в опыте I –73,90+0,88% и в опыте – II 74,218+0,64%. Что связано с влагоудерживающей способностью соевой клетчатки.

В опытных образцах I и II массовая доля золы составляла 2,05+0,06%; 1,97+0,10%, соответственно, в то время как в контроле данный показатель составлял 1,82+0,02%. Выход готовых наггетсов после тепловой обработки опытного образца I составил 84,7%, образца II – 85,3%, тогда как в контроле выход был на уровне 82,3%, что свидетельствует в пользу внесения в рецептуру куриной кожи и соевой клетчатки. Оценка органолептических показателей представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей контрольного и опытных образцов продукта

Показатели	Вариант		
	Контроль	Опыт I	Опыт II
Цвет	4,25 + 0,29	4,25 + 0,55	4,25 + 0,29
Вкус	4,25+ 0,47	4,50 + 0,55	4,50 + 0,29
Консистенция	4,00 + 0,47	4,25 + 0,47	4,50 + 0,29
Сочность	4,25 + 0,55	4,75 + 0,55	4,50 + 0,55
Суммарный балл	16,75	17,75	17,50

При органолептической оценке все образцы наггетсов набрали достаточно высокие суммарные баллы: 16,75 – контрольный; 17,75 – опытный вариант I; 17,50 – опытный вариант II.

На основании этих данных можно сделать вывод, что замена в соответствии с рецептурой куриного жира на гидратированную смесь куриной кожи и соевой клетчатки отрицательно не отражается на органолептических показателях.

Пища является основным источником жизненной энергии человека, важнейшим фактором формирования и поддержания его физического здоровья, а также значимым условием нормального функционирования интеллектуальной деятельности. Вместе с тем, пища может быть источником и носителем большого числа потенциально опасных и токсичных веществ химической и биологической природы [5].

В соответствии с задачами исследования определяли микробиологические показатели модельных образцов наггетсов на их соответствие санитарно-гигиеническим требованиям к полуфабрикатам из мяса птицы (СанПиН 2.3.2.1078-01) и требованиям, установленным ТР ТС 021/2011.

Результаты микробиологических исследований безопасности модельных образцов куриных наггетсов представлены в таблице 4.

Как следует из представленных в таблице данных, микробиологические характеристики мясного продукта соответствуют требованиям безопасности контрольного и опытных образцов наггетсов соответствуют нормам Технического регламента Таможенною союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов СанПиН 2.3.2.1078-01.

Таблица 4 – Микробиологические показатели безопасности модельных продуктов

Показатель	Требования ТР ТС 021/2011; СанПиН 2.32.1078-01	Образец		
		Контроль	Опыт I	Опыт II
КМАФАнМ, КОЕ/г не более	менее 1×10^6	менее $1,64\times10^2$	менее $1,4\times10^2$	менее $1,5\times10^2$
БГКП (колиформы)	0,0001	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы в т.ч. *Salmonella*	Не допускаются в массе продукта 25 г	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Плесени КОЕ/г не более	500*	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Прим. *L. monocytogenes* в 25 г не допускаются; *для полуфабрикатов, панированных со сроком годности более 1 месяца

Таким образом, использование куриной кожи и гидратированной соевой клетчатки для замены куриного жира в наггетсах жира способствует повышению содержания белка, а ввод соевой клетчатки обогащает продукт пищевыми волокнами, не оказывая, при этом не оказывая отрицательного влияния на органолептические и микробиологические показатели продукта. Данное обстоятельство свидетельствует о перспективности использования куриной кожи и соевой клетчатки показали в производстве рубленых полуфабрикатов на основе куриного мяса.

Список литературы

1. Архангельская, А.Н. Проблемы рационального питания в РФ / А.Н. Архангельская, А.П. Анищенко. Е.В. Рогозная и др.) // Университетская медицина Урала. – 2016. – Т. 2. – No 1 (4). – С. 6-9. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25794588
2. Гаврилова Е. В. Органолептическая оценка полуфабрикатов мясных рубленых с растительными компонентами / Е. В. Гаврилова, К. А. Бажина. – Текст : непосредственный // *Молодой учёный*. – 2013. – № 11 (58). – С. 84-86. – URL: https://moluch.ru/archive/58/8064/ (дата обращения: 29.05.2025).
3. Одноочко, А. Э. Ветеринарно-санитарная сравнительная характеристика куриных полуфабрикатов, реализуемых на отечественном рынке / А. Э. Одноочко, Ю. В. Петрова, В. М. Бачинская. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 2 (344). — С. 234-237. — URL: https://moluch.ru/archive/344/77340/. (дата обращения 25.08.2025)
4. Прянишников В. В. Пищевые волокна в технологии мясных полуфабрикатов / В. В. Прянишников. — Текст : непосредственный // *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. — 2016. — № 5. — С. 25–26. URL: https://s.journal-nutrition.ru/pdf/2016/5/35780.pdf
5. Стаценко Е.Н. Исследование показателей качества и безопасности наггетсов из мяса птицы // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 3(96). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13242 (дата обращения: 09.09.2025)
6. Сычёва О. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов» / О. В. Сычёва, Е. А. Скорбина, И. А. Трубина, С. А. Измайлова, Д. А. Измайлова, // 7. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания, №4, 2017. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-produktov-pererabotki-rastitelnogo-syrya-v-tehnologii-myasnyh-polufabrikatov/viewer (дата обращения: 29.05.2025).
8. Туменова Г. Т. Сравнительный анализ нового компонента мясных продуктов – кожи промышленной и домашней птицы / Г. Т. Туменова, С. М. Рахимова, А. С. Ануарбекова. — Текст : непосредственный // *Техника и технология пищевых производств*. — 2012. — Т. 24, № 1. — С. 82–84. — URL: https://fptt.ru/issues/7305/7324 (дата обращения: 29.05.2025).
9. Хвыля С. И. Структурные особенности пшеничной клетчатки для мясных продуктов / С. И. Хвыля, А. А. Габараев, В. А. Пчелкина. — Текст : непосредственный // *Техника и технология пищевых производств*. — 2013. — Т. 29, № 2. — С. 71–75. — URL: https://naukaru.ru/ru/nauka/article/27601/view (дата обращения: 29.05.2025).
10. Шароглазова Л. П. Исследование свойств различных видов клетчатки, применяемой в производстве рубленых полуфабрикатов / Л. П. Шароглазова, Н. А. Величко. — Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. Технология продовольственных продуктов. – 2019. – № 6 (147). – С. 131–136. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-razlichnyh-vidov-kletchatki-primenyaemoy-v-proizvodstve-rublenyh-polufabrikatov/viewer
11. Шуховцова С.И. Обоснование возможности использования пищевых волокон в технологии функциональных продуктов на основе мышечной ткани птицы / С.И. Шуховцова, Л.С. Байдалинова. – Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – доступ: свободный // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-vozmozhnosti-ispolzovaniya-pischevyh-volokon-v-tehnologii-funktsionalnyh-produktov-na-osnove-myshechnoy-tkani-ptitsy/viewer (дата обращения 25.07.2025)

12. Agarwal S., McCullough K. R., Fulgoni III V. L. Nutritional Effects of Removing a Serving of Meat or Poultry from Healthy Dietary Patterns—A Dietary Modeling Study //Nutrients. – 2023. – Т. 15. – №. 7. – С. 1717. https://DOI.org/10.3390/nu15071717
13. Stadnik J. Nutritional value of meat and meat products and their role in human health //Nutrients. - 2024 -Т. 16. - №. 10. - С. 1446. https://DOI.org/10.3390/nu16101446

УДК 637.521.057:614.31

Нигматуллина Л.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа технологического процесса производства сосисок функционального назначения с добавлением пребиотика лактулозы. На основе принципов ХАССП, идентифицированы опасные факторы, характерные для специфики данного вида мясоперерабатывающего производства, установлены критические контрольные точки (ККТ) и определены предупреждающие действия. Особое внимание уделено ККТ термической обработки, как стадии, гарантирующей микробиологическую безопасность, а также входному контролю лактулозы как специфического функционального ингредиента. Разработанная система обеспечивает соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013 и будет гарантировать выпуск безопасного продукта с заявленными пребиотическими свойствами.

Ключевые слова: ХАССП, вареное колбасное изделие, пребиотик, лактулоза, функциональные продукты, критические контрольные точки, управление рисками, пищевая безопасность.

Современные тенденции в области питания определяют высокий спрос на продукты функционального назначения, способствующие улучшению здоровья потребителя. Внедрение пребиотических добавок, в частности лактулозы, в рецептуры мясных продуктов позволяет расширить ассортимент изделий, обладающих положительным воздействием на микрофлору кишечника [3,8]. Однако, производство такой продукции сопряжено с повышенными требованиями к системе менеджмента безопасности.

С 2013 года разработка и внедрение процедур, основанных на принципах ХАССП (HACCP), являются обязательным требованием Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [5]. Данная система ориентирована на предупреждение рисков на всех этапах жизненного цикла продукта, что особенно актуально для скоропортящихся мясных изделий.

Целью настоящей работы является систематизация критических контрольных точек при производстве вареных сосисок с лактулозой и разработка эффективной системы управления рисками, адаптированной к специфике переработки мясного сырья и использования функциональных добавок.

Объектом исследования являлся технологический процесс производства вареных сосисок «Любительские» с добавлением пребиотической биологически активной добавки «Паналакт» (лактулоза) в количестве 2,5 кг на 100 кг несоленого сырья [4,6].

Идентификация опасных факторов и определение критических контрольных точек проводились в соответствии с методологией ХАССП, изложенной в ТР ТС 021/2011. Анализ рисков осуществлялся с применением качественного метода оценки серьезности последствий и вероятности их возникновения по трехбалльной шкале.

На основе анализа технологического процесса идентифицированы три группы опасных факторов: микробиологические, химические и физические.

Микробиологические опасности являются наиболее значимыми для мясной отрасли. К ним относятся патогенные микроорганизмы: Salmonella spp., Listeria monocytogenes, E. coli, а также Staphylococcus aureus. Основными источниками являются сырое мясо, а также риск перекрестного загрязнения после термообработки. L. monocytogenes представляет особую угрозу из-за способности размножаться при температурах хранения (4 ºС) [2].

Химические опасности включают остаточные количества антибиотиков, гормонов и токсичных элементов (свинец, кадмий) в мясном сырье, а также превышение дозировки нитритной соли. Специфическим фактором для данного продукта является потенциальное наличие несанкционированных примесей или низкое качество добавки «лактулоза», что может нейтрализовать функциональный эффект или создать риск для здоровья.

Физические опасности связаны с попаданием посторонних предметов: металлическая стружка от износа оборудования (волчки, куттеры), фрагменты костей, пластик, стекло.

На основе анализа рисков с применением дерева принятия решений и оценки тяжести последствий, определены три критические контрольные точки технологического процесса, представленные в таблице.

Таблица - Критические контрольные точки производства вареного колбасного изделия с лактулозой

ККТ	Наименование операции	Контролируемый параметр	Критические пределы	Частота контроля
1	Входной контроль (Лактулоза)	Наличие документации, дозировка, чистота	Сертификат качества, дозировка 2,5 %, отсутствие примесей	Каждая партия
2	Термическая обработка (варка)	Температура в центре батона	Не менее +72 ºС	Непрерывно/каждая варка
3	Охлаждение	Скорость снижения температуры	Достижение +4 ºС в центре не более чем за 2 часа	Каждая партия

ККТ 1: Входной контроль и дозирование лактулозы.

Специфической контрольной точкой для данного продукта является этап обращения с пребиотиком «Паналакт». Критическими пределами являются: наличие документа, подтверждающего качество и безопасность (сертификат), и точность дозировки (2,5 кг на 100 кг сырья согласно рецептуре). Превышение дозировки не создает угрозы безопасности, но влияет на себестоимость и органолептические характеристики изделий; занижение – лишает продукт функциональной направленности. Контроль осуществляется путем проверки сертификатов и весовым методом при дозировании.

ККТ 2: Термическая обработка (варка).

Данная ККТ является критической для обеспечения микробиологической безопасности. Процесс варки в универсальной термокамере должен обеспечить достижение температуры в центре изделия не ниже +72 ºС. Именно этот режим гарантирует гибель вегетативных форм патогенных микроорганизмов, включая Salmonella и Listeria. Контроль осуществляется непрерывно с помощью автоматических регистрирующих термометров, а также выборочно – ручными термометрами. При отклонении параметров необходима корректирующая выдержка до достижения целевой температуры или изоляция/утилизация партии.

ККТ 3: Охлаждение.

После термообработки продукт находится в зоне температурного риска (+5 – +60 ºС), где возможно размножение выживших спор или вторично попавшей микрофлоры. Критическим пределом является время охлаждения: снижение температуры в центре продукта до +4 ºС не более чем за 1,5 – 2 часа [1]. Быстрое прохождение опасной зоны минимизирует риск роста микроорганизмов. Мониторинг включает контроль температуры в термокамере и в продукте.

Программы предварительных условий (ППУ).

Эффективность системы ХАССП обеспечивается базовыми программами:

- гигиена персонала: медосмотры, обучение правилам личной гигиены (предотвращение S. aureus);
- санитария: регулярная мойка и дезинфекция оборудования (волчков, куттеров, камер) для предотвращения биопленок и перекрестного загрязнения;
- техобслуживание: профилактика износа оборудования для предотвращения попадания металлической стружки;
- борьба с вредителями;
- контроль качества воды и льда.

Корректирующие действия и верификация.

При выходе параметров за критические пределы предусмотрены действия:

- ККТ 1: возврат партии поставщику или изоляция для допконтроля;
- ККТ 2: доварка продукта до достижения требуемой температуры, а при невозможности – утилизация;
- ККТ 3: ускорение охлаждения, при нарушении режима – изоляция партии и проведение расширенного микробиологического контроля перед реализацией.

Верификация системы включает ежеквартальные внутренние аудиты, микробиологические анализы готовой продукции и смывов с оборудования, калибровку измерительных приборов.

На основании проведенного анализа технологического процесса производства вареных сосисок с пребиотиком «Паналакт» разработаны элементы системы ХАССП.

Установлено, что ключевыми критическими контрольными точками являются: входной контроль качества и дозирования лактулозы (для гарантии функциональной направленности), термическая

обработка (температура в центре продукта не ниже +72 ºС) и охлаждение (достижение +4 ºС не более чем за 2 часа), которые непосредственно влияют на безопасность продукта.

Контроль большинства химических, физических и части биологических рисков эффективно осуществляется через программы предварительных условий. Внедрение разработанных процедур позволяет обеспечить стабильное качество и безопасность продукта, в соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013, а также сохранить заявленные пребиотические свойства готового продукта для потребителя.

Научный руководитель – Петров О.Ю., д.с.-х. н, доцент

Список литературы

1. Винникова Л. Г. Технология мяса и мясопродуктов: учебник / Л. Г. Винникова. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 472 с.
2. ГОСТ 23670-2019. Изделия колбасные вареные мясные. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2019.
3. Дунченко, Н.И. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности: Учебное пособие / Н.И. Дунченко, М.Д. Магомедов. - М.: Дашков и К, 2016. - 212 с.
4. Нигматуллина Л.Р. Создание варёных колбасных изделий с улучшенными функциональными свойствами, путём обогащения пребиотиками// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2024. С. 363-366.
5. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». — М.: Стандартинформ, 2011.
6. ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». — М.: Стандартинформ, 2012.
7. ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции». — М.: Стандартинформ, 2013.
8. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. N 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

УДК 637.5.04/.05**:** 664.7

Горохова Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА ПЕЛЬМЕНЕЙ ИЗ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НУТОВОЙ МУКИ

Аннотация. Целью данной работы являлась разработка рецептуры и комплексная оценка качества пельменей функциональной направленности из мяса цыплят-бройлеров с использованием нутовой муки в составе тестовой оболочки. В ходе исследования были изучены качественные характеристики, микробиологические показатели полуфабриката из мяса птицы и проведена органолептическая оценка готовых изделий модельных образцов по пятибалльной шкале. нута как перспективного растительного сырья Экспериментальная часть включала моделирование трех вариантов образцов (контрольный – пельмени в тестовой оболочке из пшеничной муки, опытный №1 - с заменой 50 % пшеничной муки на нутовую, опытный №2 – только с нутовой мукой). На основе полученных экспериментальных данных установлено, что оптимальным является вариант пельменей, для функционального питания, с заменой 50 % пшеничной муки на нутовую.

Ключевые слова: пельмени, мясо цыплят-бройлеров, нутовая мука, белково-минеральная добавка, функциональные полуфабрикаты, химический состав, микробиологические показатели, органолептические показатели.

В сфере производства пельменей активно внедряются инновации [5], направленные на оптимизацию процессов, повышение безопасности и улучшение состава продуктов. Особое внимание уделяется использованию альтернативных растительных компонентов, таких как нут [4], который благодаря высокому содержанию белка (до 32,4 %) и ценным технологическим свойствам позволяет не только повысить пищевую ценность, но и улучшить текстуру и стабильность готовых полуфабрикатов [1].

В связи с этим, целью данной работы являлась оценка возможности использования нутовой муки в составе тестовой оболочки пельменей из мяса цыплят-бройлеров для расширения ассортимента продуктов здорового питания.

При разработке рецептур были подготовлены три варианта теста. За контрольный образец был взят продукт массового потребления – пельмени из мяса птицы по ГОСТ 33394 – 2015 [3], изготовленный без применения функциональных добавок. В экспериментальных образцах пшеничную муку для тестовой оболочки частично или полностью заменяли нутовой: в опытном

образце №1 – в количестве 50 %, в опытном образце №2 – полностью. Все технологические операции выполняли в соответствии требованиям нормативной документации.

Таблица 1 – Рецептура пельменей

Состав	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
Мясное несоленое сырье, кг на 100 кг			
Мясо цыплят-бройлеров	55		
Меланж	4		
Лук репчатый свежий	3		
Пряности и вспомогательные материалы, кг на 100 кг сырья			
Соль поваренная	2,0		
Сахар	0,1		
Перец черный молотый	0,1		
Тестовая оболочка			
Мука пшеничная	38	19	-
Мука нутовая	-	19	38
Вода	20		
Мука на подсыпку	1		
Масло растительное для смазки	0,2		

Лабораторные испытания пельменей включали анализ ключевых химических характеристик в полном соответствии с действующими нормативными документами.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование нутовой муки в составе тестовой оболочки пельменей оказывает определенное влияние на показатели химического состава опытных образцов полуфабрикатов (табл. 2).

Таблица 2 – Химический состав пельменей (n = 3)

Наименование показателей	Образец		
	контроль	вариант 1	вариант 2
Массовая доля влаги, %	68,54±0,46	68,72±0,16	68,61±0,6
Массовая доля белка, %	15,20±0,09	16,69±0,31	17,47±0,31
Массовая доля жира, %	8,80±0,07	8,58±0,11	8,76±0,14
Массовая доля общей золы, %	3,27±0,01	3,40±0,05	3,55±0,07
Массовая доля хлористого натрия, %	1,70±0,03	1,70±0,01	1,70±0,04

Комплексный анализ подтвердил, что нутовая мука положительно влияет на пищевую ценность пельменей. Все образцы соответствовали нормативным требованиям по содержанию массовой доли влаги, белка, жира и хлористого натрия.

Незначительное повышение влажности в опытных образцах обусловлено высокой водоудерживающей способностью нутовой муки, что улучшает сочность образцов.

Содержание белка, в связи с использованием нутовой муки, в качестве белково-минерального функционального ингредиента, закономерно возрастает, пропорционально увеличению доли нутовой муки. При частичной замене массовая доля белка увеличилась на 1,49 %, при полной — на 2,27 %.

Массовая доля хлористого натрия во всех образцах соответствовала ГОСТ 33394-2015 [6] и составляла 1,7 %. А содержание минеральных веществ предсказуемо увеличилось на 0,13 – 0,28 %

Оценка микробиологических показателей проводилась в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции». В ходе исследований определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП), а также патогенных микроорганизмов, включая Salmonella и Listeria monocytogenes (табл. 3).

Таблица 3 – Микробиологические показатели образцов пельменей (n = 3)

Показатель	Референсные значения	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более $2x10^6$	$2,5×10^4$	$2,3×10^4$	$2,5×10^4$
БГКП (колиформы)	не допускается	не выявлено	не выявлено	не выявлено
Salmonella,	не допускается	не выявлено	не выявлено	не выявлено
L. monocytogenes	не допускается	не выявлено	не выявлено	не выявлено

По микробиологическим показателям все образцы соответствовали требованиям безопасности, что свидетельствует о возможности использования нутовой муки в качестве функционального ингредиента.

Органолептическую оценку пельменей проводили по пятибалльной шкале согласно ГОСТ 31986-2012 [2] (табл. 4).

Таблица 4 - Органолептические показатели готовых пельменей (n = 3)

Показатель	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
	M±m	M±m	M±m
Внешний вид	4,71±0,20	5,00±0,11	4,43±0,46
Цвет	4,57±0,32	5,00±0,17	4,29±0,45
Запах (аромат)	4,86±0,15	4,86±0,15	4,43±0,32
Консистенция	5,00±0,09	4,57±0,22	4,43±0,32
Вкус	4,86±0,15	5,00±0,00	4,00±0,47
Сочность	4,71±0,20	4,57±0,32	3,86±0,37
Средний балл	4,79±0,04	4,83±0,06	4,22±0,11

Органолептическая оценка разработанных пельменей, проведённая по 5-балльной шкале, показала, что наибольший балл, по комплексу показателей, получили опытные образцы варианта №1 с 50 % нутовой муки - 4,83, превысив как контрольный вариант, так и вариант №2 - с полной заменой пшеничной муки нутовой.

Дегустаторы отметили, что изделия имели правильную форму, поверхность с приятным кремовым оттенком, гармоничный вкус и аромат, свойственные данному виду продукта, с лёгким ореховым оттенком и без посторонних привкусов, а также сочную, нежную консистенцию и эластичное тесто. Таким образом, образец с 50 % нутовой муки признан оптимальным по совокупности сенсорных свойств.

Следовательно, наиболее сбалансированным, по комплексу показателей, признан образец с 50 % нутовой муки, сочетающий повышенную пищевую ценность с оптимальными потребительскими свойствами, что позволяет рекомендовать его для промышленного производства.

В результате проведённого исследования обоснована перспективность комбинирования мяса птицы как источника полноценного животного белка и нутовой муки, богатой растительным белком, витаминами и минералами, для создания продуктов с повышенной пищевой ценностью.

На основе экспериментальных данных определен оптимальный вариант рецептуры пельменей с заменой 50 % пшеничной муки на нутовую. Данный образец получил наивысшую органолептическую оценку, который оказался лучше контроля по цвету и вкусу, сохранив, при этом, традиционную сочность и аромат.

Установлено, что частичная замена муки позволяет увеличить содержание белка и минеральных веществ, что даёт основание отнести продукт к функциональным.

Все разработанные образцы по физико-химическим и микробиологическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ и ТР ТС 034/2013, подтверждая безопасность продукции. Таким образом, рецептура пельменей из мяса птицы с добавлением 50 % нутовой муки может быть рекомендована для промышленного внедрения в целях расширения ассортимента продуктов для здорового питания.

Научный руководитель – Петров О.Ю., д.с.-х. н, доцент

Список литературы

1. Божко, С. Д., Бобовые культуры - перспективное сырье для пищевой промышленности / С. Д. Божко., Т. А. Ершова., А. Н.Чернышева., А. М. Черногор // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. — 2020. — № 2. — С. 59-64.
2. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания: дата введения 2015-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
3. ГОСТ 33394 – 2015. Пельмени замороженные. Технологические условия. **Дата введения: 2017-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2016, - 17 с.**
4. Кирилленко, С. К., Проростки нута -находка для функционального питания / С. К. Кирилленко // Функциональное питание и проблема специфических заболеваний (особенности функционального питания детей дошкольного и школьного возраста). — Владикавказ: Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет). — 2021. — С. 70-75.
5. Колесник, А. А., Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов в России / А. А. Колесник, А. В. Степанов // Молодежь и наука. — 2021. — № 5. — С. 37.

УДК 637.5.07

Горохова Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП В ТЕХНОЛОГИИ ПЕЛЬМЕНЕЙ С НУТОВОЙ МУКОЙ В ТЕСТОВОЙ ОБОЛОЧКЕ

Аннотация. В статье рассматриваются практические аспекты разработки и внедрения системы ХАССП при производстве замороженных пельменей, в которых, при подготовке тестовой оболочки, часть пшеничной муки заменена нутовой мукой. Актуальность вопроса обусловлена необходимостью строгого соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза для обеспечения выпуска безопасной пищевой продукции. На основе анализа технологического процесса идентифицированы потенциально опасные факторы (биологические, химические, физические). С применением методологии ХАССП определены семь критических контрольных точек (ККТ), охватывающих этапы от входного контроля сырья до хранения готовой продукции. Для каждой ККТ установлены критические пределы, разработана система мониторинга и план корректирующих действий. Предложенный план ХАССП позволяет перейти от контроля качества готового продукта к предупреждению возникновения рисков на всех этапах производства, что гарантирует безопасность продукции для потребителя.

Ключевые слова: ХАССП, безопасность пищевой продукции, критические контрольные точки, замороженные пельмени, управление рисками, технологический процесс, нутовая мука.

Обеспечение безопасности продуктов питания является приоритетной задачей для любого предприятия пищевой промышленности. Производство замороженных полуфабрикатов, в частности, пельменей, представляет собой сложный технологический комплекс, где на безопасность конечного продукта влияет множество факторов: качество исходного сырья, соблюдение санитарных норм и температурных режимов на всех этапах, а также риск попадания посторонних предметов. Нарушение любого из этих параметров может привести к размножению патогенных микроорганизмов (сальмонеллы, листерии, кишечной палочки), химическому загрязнению или наличию физических включений [5].

Внедрение системы ХАССП является наиболее эффективным инструментом управления этими рисками и является необходимым этапом с целью обеспечения безопасности продуктов питания и их пригодности для потребления [6]. Система позволяет не просто констатировать факт небезопасности готового продукта, а предупреждать возникновение опасностей на всех стадиях производственного цикла, что соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1].

В связи с этим, целью данной работы является проектирование системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП для технологического процесса по производству замороженных пельменей с использованием нутовой муки в рецептуре, включающее идентификацию опасных факторов, определение критических контрольных точек (ККТ) и разработку плана мониторинга и корректирующих действий.

Объектом исследования является технологический процесс производства замороженных пельменей. В работе использовались методы наблюдения, анализа технологической документации, идентификации опасных факторов экспертным методом, а также принципы системного анализа, заложенные в методологии ХАССП [4].

Производство пельменей включает в себя несколько последовательных этапов: подготовка сырья (муки – нутовая и пшеничная, мяса цыплят-бройлеров, лука, специй, воды), приготовление пшенично-нутового теста, составление фарша, формовка изделий, замораживание, галтовка, фасовка, маркировка, хранение и реализация [3]. Ключевой особенностью рассматриваемой технологии является использование в рецептуре теста 50% муки из нута и 50% пшеничной муки, а в качестве мясного сырья – мяса цыплят-бройлеров.

Анализ каждого этапа позволил выявить потенциально опасные факторы, которые могут сделать продукт небезопасным для потребителя (табл. 1).

Таблица 1 – Анализ потенциально опасных факторов при производстве пельменей

Этап производства	Потенциально опасный фактор	Характеристика риска
Входной контроль сырья (мясо, мука (нутовая, пшеничная, яйцо)	Биологические: Salmonella, Listeria monocytogenes, БГКП. Химические: антибиотики, токсичные элементы, пестициды. Физические: металлические примеси, камни.	Риск поступления небезопасного сырья, зараженного патогенами или содержащего чужеродные вещества/предметы.

Магнитная сепарация муки	Физические: металломагнитные примеси.	Попадание металлической стружки в тесто, что может привести к травме потребителя.
Приготовление нутового и пшеничного теста	Биологические: рост микрофлоры (КМАФАнМ) при нарушении рецептуры или санитарии.	Замес теста может стать средой для размножения микроорганизмов при использовании теплой воды или загрязненного оборудования.
Приготовление фарша	Биологические: рост мезофильной микрофлоры.	Нарушение температурного режима (фарш не должен превышать +14°С) ведет к быстрому размножению бактерий.
Формовка пельменей	Биологические: рост микрофлоры при задержках.	Пельмени находятся в «теплой» зоне цеха (до +21°С) ограниченное время, но любая задержка критична.
Заморозка	Биологические: выживание/рост микрофлоры при недостаточном замораживании.	Недостижение температуры -10°С в центре изделия не гарантирует подавление роста микроорганизмов и сохранность продукта.
Хранение и реализация	Биологические: рост психротрофных микроорганизмов.	Нарушение температурного режима хранения (-18°С) приводит к частичному оттаиванию и порче продукта.

На основе проведенного анализа были определены этапы, контроль которых является критически важным для обеспечения безопасности. Данные этапы объявлены Критическими Контрольными Точками. В таблице 2 представлен разработанный план ХАССП с выделенными ККТ.

Таблица 2 – План ХАССП для производства замороженных пельменей

ККТ	Технологическая операция	Критический предел	Корректирующие действия
ККТ-1	Входной контроль мяса птицы	Наличие ветеринарных документов на каждую партию	Отказ в приёмке, возврат поставщику
ККТ-2	Магнитная сепарация нутовой и пшеничной муки	Отсутствие видимых металлических частиц на магнитах	Остановка линии, очистка, проверка всей прошедшей партии
ККТ-3	Приготовление фарша	Температура фарша ≤ +14 °С	Немедленная передача фарша на формовку, проверка охлаждения сырья
ККТ-4	Выдержка перед заморозкой	Время от формовки до заморозки ≤ 20 минут	Ускорить подачу; при превышении — изолировать партию и заморозить вне очереди
ККТ-5	Замораживание	Температура в центре пельменя на выходе ≤ –10 °С	Дозамораживание до –10 °С, проверка режимов работы туннеля
ККТ-6	Хранение готовой продукции	Температура в камере хранения ≤ –18 °С (±2 °С)	Перемещение в исправную камеру, вызов ремонтной службы
ККТ-7	Периодические испытания	Соответствие ТР ТС 021/2011 и 034/2013 [2]	Отзыв партии, пересмотр системы ХАССП

Разработанный план ХАССП охватывает все семь принципов системы [4]. ККТ-1 и ККТ-7 направлены на подтверждение безопасности сырья и готовой продукции (верификация). ККТ-2 является специфической точкой контроля физической опасности, актуальной для любого мучного производства. Особое внимание в разработанном плане уделено «временному» фактору (ККТ-4) и температурным режимам (ККТ-3, ККТ-5, ККТ-6), что полностью согласуется с выводами исследователей о критической важности холодильной цепи для сохранности мясных полуфабрикатов.

Внедрение предложенной системы мониторинга позволяет:

1. Четко распределить ответственность персонала за безопасность на каждом этапе.
2. Перейти от испытаний конечного продукта к предупреждающим действиям.
3. Получить документально подтвержденную уверенность в безопасности каждой произведенной партии, что критически важно для прослеживаемости.

В результате проведенного исследования был разработан проект системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП для производства замороженных пельменей. Идентифицированы ключевые риски (биологические, химические, физические) и определены семь

критических контрольных точек, управление которыми позволяет гарантировать выпуск безопасной продукции.

Для каждой ККТ установлены измеримые критические пределы и разработаны процедуры мониторинга и корректирующих действий. Практическая реализация предложенного плана ХАССП позволит, на всех этапах технологического процесса изготовления пельменей, не только обеспечить соответствие требованиям технических регламентов, но и повысить доверие потребителей, минимизировать экономические риски, связанные с выпуском небезопасной продукции, и создать основу для постоянного улучшения системы менеджмента качества.

Научный руководитель – Петров О.Ю., д.с.-х. н, доцент

Список литературы

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2001. – 571 с.
2. ГОСТ 33394-2015. Пельмени замороженные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 17 с.
3. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 2001.
4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».
6. Хаматгалеева, Г.А. К вопросу о внедрении системы менеджмента качества и безопасности пищевых продуктов / Г.А. Хаматгалеева // Научный альманах №5(9). Вестник торгово-технологического института. Выпуск 9. – Набережные Челны: Изд-во НГТТИ, 2016. – С. 9-18.

УДК 637.524.2

Храбрых П.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВАРЕНАЯ КОЛБАСА С ДОБАВЛЕНИЕМ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА И ПОРОШКОМ ПОРТУАЛКА

Аннотация. Статья описывает разработку рецептуры варёной колбасы с использованием 5 % белкового гидролизата из субпродуктов и 1 % порошка портулака. Рассматриваются влияние добавок на пищевую ценность, антиоксидантную активность и микробиологическую стабильность продукта. Показано, что комбинация гидролизата и портулака улучшает текстуру, повышает содержание белка и снижает окислительные процессы при хранении.

Ключевые слова: варёная колбаса; белковый гидролизат; портулак; антиоксиданты; субпродукты

Варёные колбасы, сосиски и сардельки остаются наиболее массовыми мясными изделиями на отечественном рынке. Их популярность объясняется мягкой консистенцией, приятным вкусом и скоростью приготовления. В то же время традиционные рецептуры таких изделий содержат значительную долю насыщенных жиров и поваренной соли, что не соответствует современным представлениям о здоровом питании. Поэтому одной из актуальных задач пищевой промышленности является разработка варёных колбас, обогащённых биологически активными веществами и имеющих улучшенный аминокислотный состав при сниженной энергетической ценности [1, 2].

Одним из перспективных направлений является использование белковых гидролизатов, полученных из мясных субпродуктов. Субпродукты – печень, сердца, лёгкие – обладают высоким содержанием белка, витаминов и минералов, но часто недооцениваются в пищевой практике. Ферментативный гидролиз позволяет расщепить сложные белковые структуры до пептидов и свободных аминокислот, увеличивая их биодоступность и улучшая функционально-технологические свойства. Гидролизаты обладают выраженным эмульгирующим эффектом, улучшают влагоудерживающую способность фарша и формируют приятный мясной вкус. Их применение позволяет сокращать количество нитритов и фосфатов в рецептурах, что повышает безопасность продукта [3, 7].

Портулак огородный (Portulaca oleracea) – малоизвестное овощное растение, которое в последние годы приобретает популярность как источник витаминов, минералов и омега-3 жирных кислот. Листья портулака богаты β-каротином, аскорбиновой и никотиновой кислотами, а также фенольными антиоксидантами. Сушёный порошок портулака сохраняет эти полезные вещества и может использоваться для обогащения мясных продуктов. По данным отечественных исследований, введение 1 % порошка портулака позволяет снизить окислительные процессы в фарше и уменьшить содержание нитрита натрия, не ухудшая вкус и аромат продукта [4, 8]. Таким образом, комбинация

белкового гидролизата и растительного порошка может придать варёной колбасе функциональные свойства.

Целью данной работы является разработка рецептуры варёной колбасы, в которой 5 % мясного сырья заменено белковым гидролизатом из субпродуктов, а также введён 1 % порошка портулака. Для сравнения изготовлены контрольный образец, образец №2 с гидролизатом и образец №3 с гидролизатом и портулаком. Белковый гидролизат получали путём измельчения субпродуктов, их обработки протеазой при температуре 50 °C в течение 2 часов и последующего обезвоживания до порошкообразного состояния. Порошок портулака получали из высушенных листьев, измельчённых до фракции 0,5 мм. При составлении фарша гидролизат и порошок добавляли согласно рецептуре (таблица 1), учитывая массовую долю основного сырья.

Технологический процесс включал ряд стадий: приёмку и дефростацию мяса, измельчение на волчке с диаметром решётки 3–5 мм, приготовление посолочного рассола и эмульгирования гидролизата. Затем все компоненты смешивали в куттере до получения однородной массы. Фарш набивали в целлюлозные оболочки, после чего батоны подвергали термической обработке при 80 °C до достижения температуры 72 °C в центре. Готовые колбасы охлаждали в потоке холодной воды и затем направляли на хранение при 4 °C.

Физико-химические исследования включали определение массовой доли влаги, белка, жира и золы, а также измерение антиоксидантной активности по методу восстановления фосфомолибденовой кислоты. Микробиологические показатели оценивали по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Анализ образцов проводили сразу после изготовления и в течение 10 сут хранения. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 1 − Рецептура модельных образцов

Ингредиент	Контрольный образец	Образец 2 (5 % гидролизата)	Образец 3 (5 % гидролизата + 1 % портулака)
Говядина 1 сорта	45,0	45	45
Свинина 1 сорта	35,0	30,0	29,0
Шпик свиной	20,0	20,0	20,0
Белковый гидролизат	0,0	5,0	5,0
Порошок портулака	0,0	0,0	1,0
Специи и пряности в граммах			
Соль нитритная	2000	2000	2000
Сахар	500	500	500
Смесь специй	500	500	500

Таблица 2— Физико-химические и органолептические показатели

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец №2 (гидролизат)	Образец №3 (гидролизат + портулак)
Массовая доля влаги, %	60,0 ± 0,20	62,5 ± 0,30	63,2 ± 0,25
Массовая доля белка, %	12,0 ± 0,15	13,5 ± 0,20	13,8 ± 0,22
Массовая доля жира, %	25,0 ± 0,25	23,0 ± 0,20	22,5 ± 0,23
Массовая доля золы, %	1,7 ± 0,02	1,8 ± 0,02	1,9 ± 0,03
Органолептическая оценка (балл)	4,5	4,6	4,8

Как видно из таблицы 2, использование 5 % белкового гидролизата (образец №2) увеличило содержание белка и улучшило влагоудерживающую способность колбасы по сравнению с контролем. Добавление 1 % порошка портулака (образец №3) повысило антиоксидантную активность продукта и снизило микробную обсеменённость. Органолептическая оценка показала, что образец с гидролизатом и портулаком имеет более высокую оценку.

Таблица 3 − Органолептические показатели образцов

Показатель	Контрольный образец	Образец №2 (гидролизат)	Образец №3 (гидролизат + портулак)
Запах	Характерный для	Характерный, с лёгким	Умеренный

	варёных колбас, без посторонних запахов	ароматом субпродуктов	растительно-кисловатый аромат портулака
Вкус	Характерный для варёной колбасы, без посторонних привкусов	Интенсивный мясной вкус, с лёгким послевкусием субпродуктов	Гармоничное сочетание мясного и растительного вкусов, лёгкая кислинка
Консистенция	Мягкая, упругая	Мягкая, упругая	Мягкая, упругая
Внешний вид	Соответствует норме	Соответствует норме	Соответствует норме, слегка зеленоватый оттенок на срезе
Цвет	Розовый, однородный	Розовый, однородный	Розовый, с лёгким зелёным оттенком
Сочность	Сочная	Сочная, более нежная	Сочная, более нежная

Органолептическая оценка показала, что варёная колбаса с 5 % белкового гидролизата и 1 % порошка портулака (образец №3) обладает лучшим сочетанием вкуса, аромата и сочности. Проба с гидролизатом (образец №2) также характеризуется улучшенными свойствами по сравнению с контролем, однако введение порошка портулака дополнительно повышает антиоксидантную активность и вкусовой профиль. Оптимальным вариантом является образец №3.

Положительный эффект гидролизата обусловлен расщеплением белков субпродуктов до пептидов и аминокислот, которые обладают высокой биодоступностью и улучшенными функциональными свойствами. Растительный порошок, содержащий фенольные антиоксиданты, усиливает защиту от окисления и способствует снижению дозы нитрита натрия.

Оптимальная рецептура варёной колбасы включает 5 % белкового гидролизата и 1 % порошка портулака. Такое сочетание обеспечивает повышение пищевой ценности, антиоксидантной активности и микробиологической безопасности изделия без ухудшения вкуса. Технология может быть рекомендована для рационального использования субпродуктов и производства функциональных мясных продуктов.

Научный руководитель - Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. Абрамова Н.Л., Карлова М.М. Технология мяса и мясных продуктов. — Москва: Колос, 2020. — 512 с.
2. Иванов Н.Н. Использование растительных компонентов в рецептурах колбасных изделий // Мясные технологии. — 2018. — № 4. — С. 33–36.
3. Нугманова Х.М., Асенова Б.К., Нургазезова А.Н., Касымов С.К. Использование морковного порошка в технологии производства функциональных колбасных изделий // Молодой учёный. — 2015. — № 10.3. — С. 28–31.
4. Карпенко С.В. Функциональные продукты питания: теоретические аспекты и технологии. — Москва: Дашков и К°, 2020.
5. Легонькова О.А. Пищевые волокна и их применение в производстве мясных продуктов // Вестник пищевой промышленности. — 2019. — № 5. — С. 42–46.
6. Фельдман Р.А. Современные методы производства колбасных изделий. — Санкт-Петербург: Лань, 2018.
7. Петров М.Г. Применение белковых гидролизатов из субпродуктов в пищевой промышленности // Пищевая химия. — 2018. — № 6. — С. 22–26.
8. Кузнецов А.А. Олеогели и эмульгели на основе растительных масел для мясных продуктов // Журнал новых технологий. — 2021. — № 3. — С. 40–45.
9. Смирнова Л.И. Хитозановые покрытия для пищевых продуктов: свойства и применение // Технология пищевых продуктов. — 2019. — № 4. — С. 15–19.
10. Николаев В.П., Сидорова Н.И. Использование порошков грибов в мясных изделиях // Пищевые ингредиенты. — 2022. — № 2. — С. 30–34.

УДК 637.524.3

Храбрых П.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПОЛУКОПЧЕНАЯ КОЛБАСА С ДОБАВЛЕНИЕМ КРУПЯНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация. В статье описана разработка рецептуры полукопчёной колбасы с частичной заменой мясного сырья крупяной смесью из гречневой крупы и семян подсолнечника. Исследованы технологические параметры, физико-химические и органолептические свойства образцов. Выявлено,

что оптимальное количество крупяной смеси составляет 10 % от массы мясного сырья, что позволяет повысить пищевую ценность продукта и сохранить привычный вкус.

Ключевые слова: полукопчёная колбаса; крупяные компоненты; гречневая крупа; семена подсолнечника; функциональные продукты

Полукопчёные колбасы занимают значительную долю в ассортименте отечественной мясной продукции. Они сочетают преимущества варёных и сырокопчёных изделий: относительно короткий срок созревания, насыщенный вкус и длительный срок хранения. Однако традиционные рецептуры полукопчёных колбас характеризуются высоким содержанием животного жира и низким уровнем пищевых волокон, что снижает их пользу для здоровья. В условиях растущего спроса на функциональные продукты питания требуется пересмотр состава таких изделий в сторону повышения биологической ценности и снижения калорийности. Производители всё чаще используют растительные компоненты для оптимизации состава, улучшения структуры и расширения ассортимента [1, 2].

Гречневая крупа и семена подсолнечника обладают высоким содержанием белка, минеральных веществ, витаминов группы В, токоферолов и биологически активных антиоксидантов. Сочетание этих компонентов позволяет сформировать полноценный аминокислотный профиль и повысить количество пищевых волокон в готовом продукте. Гречневая крупа отличается высоким содержанием лизина, магния, железа и пищевых волокон, а подсолнечник — источником ненасыщенных жирных кислот, фитостеролов и витамина Е. Введение крупяных компонентов в мясной фарш способствует снижению массовой доли насыщенного жира, повышает влагосвязывающую способность и стабилизирует цвет готового изделия, улучшая его пищевую ценность [3, 4].

Технологическая роль крупяных компонентов заключается не только в повышении содержания биологически активных веществ. Крупяная смесь взаимодействует с белками мяса и жировой фазой, образуя устойчивую структуру фарша. Пищевые волокна и крахмалы поглощают свободную влагу, что приводит к увеличению выхода готовой продукции и улучшает её сочность. В результате повышается устойчивость продукта при хранении, снижается потеря массы при термической обработке и улучшаются органолептические характеристики. Использование крупяной смеси также позволяет снизить расход мясного сырья, что экономически важно при колебаниях цен на рынке мяса [5].

Исследования зарубежных авторов показали, что замена части мясного сырья на смесь зёрен и семян позволяет получать изделия с пониженным содержанием жира и повышенным уровнем пищевых волокон и антиоксидантов. В работах [2] и [6] описана технология гибридных полукопчёных колбас, где 30–40 % мясной составляющей заменяли на комбинацию крупяных ингредиентов. Авторы отмечали, что такие изделия отличаются более мягкой текстурой и лучшей влагоудерживающей способностью. Тем не менее, чрезмерная доля растительных компонентов может приводить к появлению «крупяного» привкуса, поэтому важно определить оптимальное количество добавки. Наше исследование направлено на разработку рецептуры, адаптированной под российские условия, с использованием общедоступных крупяных компонентов и их технологической обработки.

Целью работы является разработка полукопчёной колбасы функционального назначения, в которой часть мясного сырья заменена крупяной смесью из гречневой крупы и семян подсолнечника. Для этого были разработаны три опытных образца: контрольный образец без добавки, образец №2 с 10 % крупяной смеси и образец №3 с 15 % крупяной смеси. Гречневую крупу предварительно промывали, запаривали в горячей воде до мягкости и измельчали. Семена подсолнечника очищали от шелухи и дробили. При расчёте рецептуры учитывалась общая масса мясного сырья, не включающая воду и специи. Остальные компоненты — говядина, свинина, шпик, нитритная соль, сахар и пряности — вносились по традиционным нормам.

После подготовки компонентов проводили измельчение мяса на куттере до крупнодисперсного состояния, затем добавляли крупяную смесь и посолочные ингредиенты. Массу тщательно перемешивали до однородной консистенции и вносили пряности. Полученный фарш набивали в синтетические оболочки, после чего батоны подвергали осадке при температуре 4–6 °С в течение 12 часов. Следующим этапом было горячее копчение дымом при температуре 70–80 °С в течение 1,5 часов, затем термическая обработка при 72 °С в паровой среде до достижения температуры в середине батона 68–70 °С. Готовые изделия охлаждали в холодной воде и сушили при температуре 12–15 °С до достижения стабильной массы.

Физико-химические показатели образцов определяли по стандартным методикам. Массовую долю влаги определяли сушкой при 105 °С до постоянной массы, содержание белка — по методу Кьельдаля, жира — экстракцией эфиром по Сокслету. Содержание пищевых волокон оценивали методом ферментативно-гравиметрического анализа. Органолептическую оценку проводила дегустационная комиссия, включающая специалистов кафедры пищевой технологии, по 5-балльной шкале. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Результаты показали, что добавление крупяной смеси приводит к повышению массовой доли влаги и белка, а также к уменьшению содержания жира. Образец №2 с 10 % крупяной смеси имел наилучшее соотношение показателей: содержание жира уменьшилось до 25 %, доля пищевых волокон составила около 2 %, а органолептическая оценка превысила 4,5 балла. В образце №3 с 15 % смеси содержание волокон достигало 3 %, однако дегустаторы отметили появление выраженного привкуса крупы, что снизило органолептический балл. Активность воды снижалась по мере увеличения доли крупы, что способствует большей микробиологической стабильности продукта.

Таким образом, оптимальное количество крупяной смеси составляет около 10 % от массы мясного сырья. Такое соотношение обеспечивает улучшение пищевой ценности продукта, увеличение содержания пищевых волокон и снижение доли насыщенных жиров без значительного ухудшения органолептических свойств. Разработанная рецептура может быть успешно внедрена на предприятиях мясной промышленности, так как использует доступные зерновые компоненты и не требует значительных изменений технологического процесса. Применение подобной технологии позволит расширить ассортимент функциональных мясных изделий и удовлетворить спрос потребителей на более полезные и натуральные продукты.

Таблица 1 − Рецептура модельных образцов

Ингредиент	Контрольный образец	Образец 2 (10% крупяной смеси)	Образец 3 (15% крупяной смеси)
Говядина 1 сорта	45,0	40,0	38,0
Свинина 1 сорта	35,0	30,0	27,0
Шпик свиной	20,0	20,0	20,0
Гречневая крупа	–	7,0	10,0
Семена подсолнечника	–	3,0	5,0
Специи и пряности в граммах			
Соль нитритная	2000	2000	2000
Сахар	500	500	500
Смесь специй	500	500	500

Таблица 2— Физико-химические и органолептические показатели полукопчёной колбасы

Показатель	Контрольный образец	Образец 2	Образец 3
Массовая доля влаги, %	55,10 ± 0,25	57,80 ± 0,32	59,20 ± 0,30
Массовая доля белка, %	14,20 ± 0,15	15,30 ± 0,18	15,70 ± 0,17
Массовая доля жира, %	28,00 ± 0,30	24,50 ± 0,25	23,00 ± 0,20
Массовая доля золы, %	1,30 ± 0,02	1,35 ± 0,03	1,40 ± 0,03
Органолептическая оценка (балл)	4,0	4,5	4,2

Согласно данным таблицы 2, добавление крупяной смеси привело к увеличению влажности и белка и снижению массовой доли жира. Образец №2 (10 % смеси) имел лучшую органолептическую оценку и сбалансированный состав. В образце №3 (15 % смеси) содержание пищевых волокон было выше, но дегустаторы отмечали выраженный привкус крупы и уменьшение вкусовой привлекательности. Снижение активности воды с ростом доли крупы обеспечило более высокую микробиологическую стабильность продукта.

Таблица 3 − Органолептические показатели образцов

Показатель	Контрольный образец (без добавок)	Образец №2 (10 % крупяной смеси)	Образец №3 (15 % крупяной смеси)
Запах	Характерный для полукопчёных колбас, без выраженных растительных оттенков	Характерный для данного вида, чувствуется лёгкий аромат гречки и семян	Выраженный аромат гречки и семян, менее заметен традиционный мясной запах
Вкус	Характерный для полукопчёной колбасы, без выраженных растительных оттенков	Умеренно выраженный вкус гречки и семян, гармонично сочетается с мясным вкусом	Ярко выраженный вкус гречневой крупы и семян, преобладает над мясным вкусом
Консистенция	Упругая	Упругая	Упругая

Внешний вид	Соответствует норме	Соответствует норме	Соответствует норме
Цвет	Соответствует норме	Соответствует норме, слегка темнее из-за крупы	Более темный оттенок из-за увеличенной доли крупы
Сочность	Сочная	Сочная	Сочная

Органолептическая оценка показала, что полукопчёная колбаса с 10 % крупяной смеси (образец №2) имеет характерный запах и вкус с лёгким ароматом крупы, упругую консистенцию и сочность. В образце №3 с 15 % крупяной смеси наблюдается ярко выраженный запах и вкус гречки и семян, которые подавляют традиционные мясные нотки, однако органолептические показатели в целом соответствуют норме. Оптимальным по органолептическим свойствам является образец №2.

Таким образом, оптимальное количество крупяной смеси составляет около 10 % от массы мясного сырья. Такое соотношение обеспечивает улучшение пищевой ценности, увеличение содержания пищевых волокон и снижение насыщенных жиров при сохранении привычных органолептических свойств. Разработанная рецептура может быть реализована на российских предприятиях без существенной модернизации оборудования.

Научный руководитель - Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. Абрамова Н.Л., Карлова М.М. Технология мяса и мясных продуктов. — Москва: Колос, 2020. — 512 с.
2. Иванов Н.Н. Использование растительных компонентов в рецептурах колбасных изделий // Мясные технологии. — 2018. — № 4. — С. 33–36.
3. Нугманова Х.М., Асенова Б.К., Нургазезова А.Н., Касымов С.К. Использование морковного порошка в технологии производства функциональных колбасных изделий // Молодой учёный. — 2015. — № 10.3. — С. 28–31.
4. Карпенко С.В. Функциональные продукты питания: теоретические аспекты и технологии. — Москва: Дашков и К°, 2020.
5. Легонькова О.А. Пищевые волокна и их применение в производстве мясных продуктов // Вестник пищевой промышленности. — 2019. — № 5. — С. 42–46.
6. Фельдман Р.А. Современные методы производства колбасных изделий. — Санкт-Петербург: Лань, 2018.
7. Петров М.Г. Применение белковых гидролизатов из субпродуктов в пищевой промышленности // Пищевая химия. — 2018. — № 6. — С. 22–26.
8. Кузнецов А.А. Олеогели и эмульгели на основе растительных масел для мясных продуктов // Журнал новых технологий. — 2021. — № 3. — С. 40–45.
9. Смирнова Л.И. Хитозановые покрытия для пищевых продуктов: свойства и применение // Технология пищевых продуктов. — 2019. — № 4. — С. 15–19.
10. Николаев В.П., Сидорова Н.И. Использование порошков грибов в мясных изделиях // Пищевые ингредиенты. — 2022. — № 2. — С. 30–34.

УДК 637.5.032

Храбрых П.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ НАССР

Аннотация. В статье рассмотрены особенности управления качеством и безопасностью сыровяленых колбас на основе принципов НАССР. Цель работы заключается в адаптации требований системы анализа опасностей и критических контрольных точек к технологическому процессу производства сыровяленых колбас. Проанализированы этапы изготовления продукции, выделены наиболее значимые биологические, химические и физические опасности, определены критические контрольные точки и предложены профилактические меры по их управлению. Показано, что применение НАССР позволяет не только повысить безопасность готового продукта, но и обеспечить устойчивость технологического процесса, прослеживаемость операций и стабильность качественных показателей.

Ключевые слова: сыровяленые колбасы, управление качеством, безопасность пищевой продукции, критические контрольные точки, НАССР, мониторинг, риски.

В современных условиях развития пищевой промышленности вопросы качества и безопасности мясной продукции приобретают особую значимость. Потребитель ожидает от производителя не только стабильных органолептических свойств продукта, но и гарантированного

соответствия санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Для предприятий, выпускающих сыровяленые колбасы, эта задача особенно актуальна, поскольку такая продукция производится без завершающей интенсивной термической обработки и требует строгого контроля на всех этапах изготовления.

Рост конкуренции на продовольственном рынке, ужесточение требований регулирующих органов и повышение информированности покупателей стимулируют предприятия внедрять современные инструменты управления качеством. В этих условиях качество перестает рассматриваться только как совокупность потребительских свойств и становится комплексной категорией, включающей безопасность, воспроизводимость технологических параметров, документированность процессов и способность предприятия своевременно предупреждать отклонения.

Согласно положениям стандартизации, качество продукции связано с совокупностью свойств, определяющих ее пригодность удовлетворять установленные потребности в соответствии с назначением [4]. Применительно к мясной продукции данное понятие неразрывно связано с микробиологической безопасностью, стабильностью рецептуры, соблюдением параметров созревания и сохранением показателей продукта в течение всего срока годности.

Контроль качества продукции представляет собой систему наблюдения и оценки, направленную на подтверждение соответствия сырья, полуфабрикатов и готового продукта нормативным требованиям и внутренним стандартам предприятия. Эффективный контроль включает входной контроль сырья, операционный контроль параметров процесса, регистрацию результатов мониторинга и анализ причин возможных несоответствий. Именно такая логика лежит в основе современных систем менеджмента качества и безопасности [1, 4].

Система менеджмента качества рассматривает деятельность организации как совокупность взаимосвязанных процессов и ресурсов, ориентированных на получение ценности для заинтересованных сторон [4]. Для пищевых производств этого недостаточно без специализированного инструмента, который позволяет управлять рисками именно в отношении безопасности продукта. Такую функцию выполняет система HACCP, основанная на предупреждении опасностей, а не на их выявлении только по результатам контроля готовой продукции.

Концепция HACCP предполагает систематическое выявление опасных факторов, оценку вероятности их возникновения и тяжести последствий, установление мер управления и выбор этапов, на которых контроль является критически важным [1, 5]. Преимущество данной системы состоит в превентивном характере: основное внимание переносится с браковки небезопасой продукции на предотвращение причин ее возникновения.

Нормативной основой применения принципов HACCP в пищевой промышленности служат требования технического регулирования и национальных стандартов. Технический регламент ТР ТС 021/2011 закрепляет необходимость разработки, внедрения и поддержания процедур, основанных на принципах HACCP, для предприятий пищевой отрасли [2]. При этом действующий ГОСТ Р 51705.1-2024 конкретизирует общие требования к управлению качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов HACCP, включая документированную информацию, программы предварительных мероприятий, прослеживаемость, внутренний аудит и актуализацию системы [1].

Сыровяленые колбасы относятся к продукции, чувствительной к нарушениям технологического режима. В соответствии с ГОСТ 33708-2015 такие изделия характеризуются плотной консистенцией и изготавливаются с применением процессов осадки и продолжительной сушки [3]. Продолжительность созревания, отсутствие интенсивной тепловой обработки, использование мясного сырья и пряно-ингредиентных смесей формируют повышенные требования к санитарному состоянию производства и точности соблюдения технологических параметров.

Наиболее вероятные опасности при производстве сыровяленых колбас могут быть разделены на биологические, химические и физические. К биологическим относятся патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, рост которых возможен при нарушении температурно-влажностных режимов; к химическим — остаточные количества нежелательных веществ, ошибки дозирования посолочных ингредиентов и загрязнение моющими средствами; к физическим — посторонние включения, фрагменты упаковки, металла и элементов оборудования [1, 6].

Построение системы HACCP начинается с формирования рабочей группы, обладающей знаниями в области технологии, микробиологии, санитарии и производственного контроля. Группа описывает продукт, определяет предполагаемый способ его употребления, составляет блок-схему процесса и проводит поэтапный анализ опасностей. Для каждого этапа оцениваются вероятность возникновения опасности, тяжесть последствий и возможность управления риском с помощью существующих мер контроля [1, 5].

Для каждого продукта набор критических контрольных точек формируется индивидуально. В случае сыровяленых колбас существенное значение имеют качество поступающего сырья, соблюдение рецептурных дозировок, структурно-механические свойства фарша и параметры осадки и сушки. Именно эти этапы оказывают решающее влияние на безопасность, стабильность созревания, формирование текстуры и сохранность готового продукта [3, 6].

Технология производства сыровяленых колбас включает приемку сырья, жиловку и измельчение, приготовление фарша, формование батонов, осадку, сушку, упаковку и реализацию. На каждом из указанных этапов должны быть определены критерии контроля, ответственные лица, периодичность мониторинга и корректирующие действия на случай отклонений. Особенно важно обеспечить прослеживаемость сырья и партий продукции, так как она позволяет быстро локализовать источник риска и принять управленческие решения [1, 2].

На входном этапе ключевое значение имеет контроль мясного сырья и ингредиентов по микробиологическим показателям, условиям транспортирования, температуре, срокам годности и наличию сопроводительной документации. Использование сырья от проверенных поставщиков, проведение входного лабораторного контроля и соблюдение правил приемки позволяют существенно снизить вероятность заноса опасных факторов в производство. Результаты данного этапа служат основанием для принятия решения о допуске сырья к переработке.

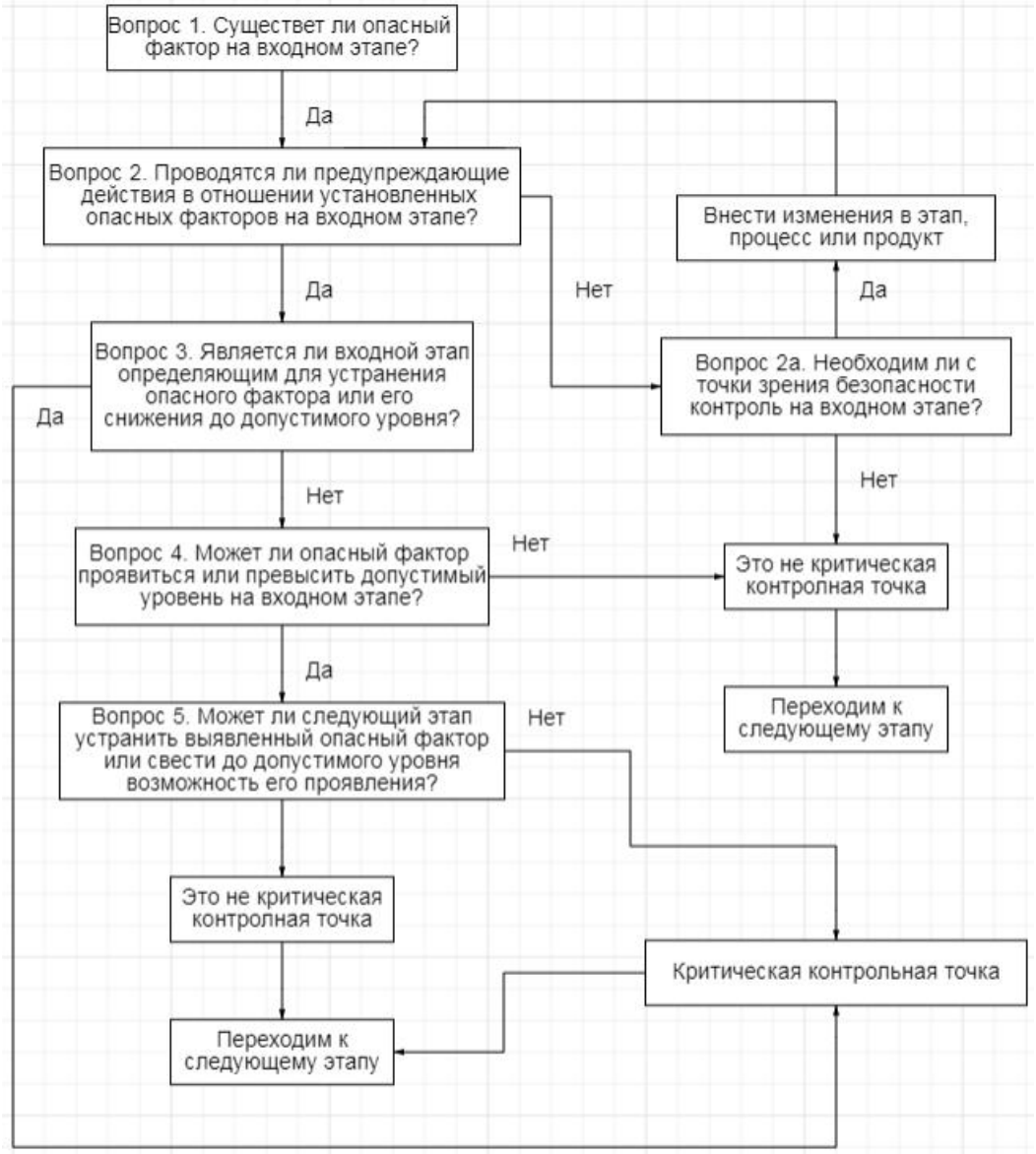


Рисунок 1 - Определение критических контрольных точек (ККТ) на входном этапе производства.

По указанному принципу нами были определены критические контрольные точки не только для входного, но и для технологического этапа производства. Использование дерева решений позволяет обосновать выбор ККТ и отделить действительно критические операции от контрольных мероприятий общего характера. Это делает систему управления рисками более прозрачной и удобной для производственного применения.

После установления критических контрольных точек группа HACCP формирует перечень предупреждающих мероприятий, определяет критические пределы, процедуры мониторинга, корректирующие действия, способы верификации и формы записей. Именно документирование результатов наблюдений и своевременный анализ отклонений обеспечивают работоспособность системы в повседневной практике предприятия. На этой основе может быть сформирован рабочий план управления опасностями для конкретной производственной площадки [1].

Таблица 1 - Критические контрольные точки (ККТ) при производстве сыровяленых колбас и способы минимизации рисков

Номер ККТ	Критическая контрольная точка	Способ предотвращения рисков
Входной этап		
1	Контроль мясного сырья и ингредиентов по микробиологическим показателям.	Использование сырья только от проверенных поставщиков, наличие сопроводительной документации на сырье, проведение микробиологического анализа поступающего на предприятие сырья
Технологический этап		
2	Контроль внесения ингредиентов в фарш – нитритной соли, специй и стартовой культуры.	Внесение в фарш точно отмеренного количества соли, специй и стартовой культуры, не допуская отхождений от рецептуры.
3	Контроль структуры фарша для обеспечения однородности фарша по всему объему продукта.	Соблюдение временных и температурных режимов при фаршесоставлении.
4	Контроль температурно-влажностных режимов при сушке колбасных батонов для предотвращения их от порчи и пересыхания.	Периодический контроль датчиков температуры и влажности в сушильных камерах, обеспечение постоянного движения воздуха в камере для удаления лишней влажности.

Проведенный анализ показал, что при производстве сыровяленых колбас целесообразно выделять четыре критические контрольные точки, охватывающие входной контроль сырья, дозирование компонентов, формирование структуры фарша и соблюдение режимов сушки. Для каждой из указанных точек должны быть установлены измеримые параметры контроля, порядок регистрации результатов и понятный алгоритм действий персонала при выявлении несоответствий.

Важным условием эффективности системы HACCP является регулярная верификация: анализ записей мониторинга, внутренние аудиты, оценка корректирующих действий, калибровка средств измерений и периодический пересмотр плана при изменении сырья, оборудования или рецептуры. Не менее значимым фактором выступает подготовка персонала, поскольку именно исполнители обеспечивают соблюдение критических пределов на практике [1, 2].

Таким образом, применение принципов HACCP при производстве сыровяленых колбас позволяет системно подойти к управлению качеством и безопасностью продукта. Разработка блок-схемы процесса, выявление опасных факторов, определение критических контрольных точек и внедрение предупреждающих мероприятий создают основу для выпуска безопасной и стабильной по качеству продукции. Практическая ценность такого подхода заключается в снижении вероятности брака, повышении управляемости технологического процесса и укреплении доверия потребителя к продукции предприятия.

Научный руководитель Нигматуллин Р.И. преподаватель

Список литературы

1. ГОСТ Р 51705.1–2024. Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования.
2. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 22 апреля 2024 года).
3. ГОСТ 33708–2015. Изделия колбасные сырокопченые и сыровяленые. Общие технические условия.
4. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
5. Hulebak K.L., Schlosser W. Hazard analysis and critical control point (HACCP) history and conceptual overview // Risk Analysis. 2002. Vol. 22, No. 3. P. 547–552.
6. Tompkin R.B. The Use of HACCP in the Production of Meat and Poultry Products // Journal of Food Protection. 1990. Vol. 53, No. 9. P. 795–803.
7. Berends B.R., Snijders J.M.A. The Hazard Analysis Critical Control Point approach (HACCP) in meat production // Tijdschrift voor Diergeneeskunde. 1994. Vol. 119, No. 12. P. 360–365.

УДК 637.524.5

Храбрых П.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ИНУЛИН-СОДЕРЖАЩЕГО ЭМУЛЬСИОННОГО ГЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрена возможность частичной замены свиного шпика в технологии сыровяленых колбас инулин-содержащими гелевыми системами. Показано, что замена 16 % шпика на гидратированный инулиновый гель или на инулин-льняную эмульсию позволяет снизить массовую долю жира в готовом продукте до 31,38 и 35,36 % соответственно, повысить содержание влаги и углеводов, а при использовании эмульсионного геля - существенно улучшить липидный профиль за счет роста доли полиненасыщенных жирных кислот и снижения соотношения ω-6/ω-3 до 2,23. Дополнительно описаны рецептурная схема, способ приготовления гелевых систем, режимы ферментации, холодного копчения и созревания, а также изменение инструментальных, цветовых и сенсорных показателей. Установлено, что образец с инулиновым гелем сохранил высокую сенсорную приемлемость, тогда как образец с инулин-льняной эмульсией обеспечил наилучший нутриентный эффект, но потребовал более тщательного контроля окислительной стабильности при хранении.

Ключевые слова: инулин, пребиотики, сыровяленые колбасы, заменитель жира, эмульсионный гель, льняное масло, функциональные мясные продукты, пищевые волокна.

Современные тенденции развития мясной промышленности связаны с разработкой продуктов функционального назначения, сочетающих высокую пищевую ценность, приемлемые органолептические свойства и улучшенный нутриентный профиль. Особенно актуальным является снижение доли животного жира в колбасных изделиях и мясных полуфабрикатах без ухудшения структуры, сочности и вкуса. Российские и зарубежные авторы отмечают, что одним из наиболее перспективных направлений является применение пищевых волокон и пребиотиков, способных одновременно выполнять физиологическую и технологическую функции [1-7].

Инулин представляет собой фруктан, который не расщепляется в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, но активно ферментируется кишечной микробиотой, проявляя пребиотические свойства. При гидратации он образует мелкокристаллическую гелевую систему, имитирующую жировую фазу, а потому может рассматриваться как структурообразователь и заменитель жира в рецептурах мясных продуктов [1, 2]. По данным обзоров и исследований, добавление инулина улучшает влагоудерживающую способность мясных систем, уменьшает потери при технологической обработке, повышает содержание пищевых волокон и позволяет создавать продукты профилактической направленности [1, 2, 7].

В российской литературе наиболее часто описывается внесение в мясные полуфабрикаты не чистого инулина, а инулинсодержащего сырья, прежде всего порошка топинамбура. Показано, что топинамбур и его гидратированные формы перспективны для рубленых полуфабрикатов и котлет, поскольку способствуют формированию комбинированных систем с пониженной гликемической нагрузкой, улучшают функционально-технологические свойства фарша и позволяют увеличить содержание пищевых волокон в готовом изделии [3, 4].

Дополнительно установлено, что включение пищевых волокон в состав мясных рубленых полуфабрикатов положительно влияет на технологический эффект: повышает сочность, стабилизирует структуру фарша и дает возможность частично компенсировать сокращение жирового сырья. В работах, посвященных полуфабрикатам и мясорастительным композитам, подчеркивается, что подбор типа волокон и формы их внесения напрямую влияет на жиро- и водоудерживающую способность мясных систем [5, 6].

Целью работы является анализ технологической и пищевой эффективности частичной замены свиного шпика инулин-содержащими гелевыми системами в производстве сыровяленых колбас функционального назначения.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) обобщить рецептурную схему опытных образцов; 2) описать технологию приготовления инулиновых гелевых систем и режимы производства колбас; 3) сопоставить химический состав, липидный профиль, цветовые, текстурные и сенсорные показатели контрольного и опытных образцов; 4) выявить технологические преимущества и ограничения каждого варианта замены жировой фазы.

Объектами исследования являлись три варианта сыровяленых колбас: контрольный образец с традиционной жировой фазой; образец I, в котором 16 % свиного шпика заменяли инулиновой гелевой суспензией; образец IO, в котором те же 16 % шпика заменяли инулин-льняной эмульсией. Остальные компоненты рецептуры оставались одинаковыми для всех вариантов [8].

Таблица 1 - Основные ингредиенты рецептур опытных образцов, %

Ингредиент	Контроль (С)	Инулин-гель (I)	Инулин + масло (IO)
Говядина жилованная кг.	35	35	35
Свинина кг.	40	40	40
Шпик свиной кг.	25	9	9
Инулиновая гелевая система кг	-	16	16
Специи и пряности в граммах			
Соль нитритная	2000	2000	2000
Сахар	500	500	500
Смесь специй	500	500	500
Стартовые культуры содержащей Lactobacillus casei и Staphylococcus carnosus	25	25	25

Таблица 2 - Состав гелевых систем, используемых для замены жира (на 1 кг системы)

Компонент	Инулиновая суспензия	Инулин-льняная эмульсия
Вода, г/кг	730	500
Инулин, г/кг	250	250
Пищевой желатин, г/кг	20	20
Льняное масло, г/кг	-	200
Соевый лецитин, г/кг	-	30
Технологическая особенность	Гидратация и гелеобразование при 60 °C	Сначала готовят масляную предэмульсию, затем вводят её в инулиновый гель при комнатной температуре

Инулиновую суспензию готовили путем растворения желатина в воде при нагревании до 60 °C с последующей гомогенизацией с порошком инулина в течение 120 с. Для эмульсионной системы сначала получали масляную предэмульсию на основе воды, льняного масла и соевого лецитина, после чего её постепенно вводили в заранее приготовленный инулиновый гель и гомогенизировали около 180 с. Обе системы охлаждали и замораживали до момента внесения в фарш [8].

Технологический процесс включал следующие стадии. На первом этапе подготавливали мясное сырьё: замороженную свинину, шпик и, в зависимости от варианта, инулиновую гелевую систему или инулин-льняную эмульсию. Далее сырьё подвергали крупному измельчению, вносили стартовую культуру, затем охлажденную говядину, соль и пряности. Полученный фарш измельчали до размера частиц около 4 мм. После перемешивания массу шприцевали в коллагеновые оболочки диаметром 50 мм [8].

Ферментацию проводили в камере созревания в течение 48 ч при температуре 24 °C и относительной влажности 91 %. Затем изделия подвергали холодному копчению по 8 ч в течение 3 суток при 21-23 °C и относительной влажности 85 %. На заключительном этапе колбасы возвращали в камеру созревания и сушили при 15 °C и относительной влажности 85 % до конца 28-суточного периода. После созревания продукцию упаковывали и хранили при 4 °C, анализируя на 0, 7, 14, 21, 28 и 58-е сутки эксперимента [8].

Оценку качества проводили по физико-химическим, микробиологическим, инструментальным и сенсорным показателям. Определяли pH, активность воды, массовые доли влаги, жира, белка, золы, углеводов, остаточного нитрита и хлорида натрия; жирнокислотный профиль исследовали методом газовой хроматографии; цвет оценивали в системе L*a*b*; профиль текстуры - по параметрам

hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness и chewiness; сенсорную оценку осуществляла обученная комиссия из 10 экспертов по 5-балльной шкале [8].

Уже на стадии рецептурного моделирования было установлено, что замена части шпика не влияет на содержание мясного сырья, но существенно меняет свойства жировой фазы. Инулин-гель вносит в продукт дополнительную влагу и пищевые волокна, тогда как инулин-льняная эмульсия не только снижает долю животного жира, но и обогащает липидный компонент полиненасыщенными жирными кислотами [1, 2, 8].

Таблица 3 - Химический состав сыровяленых колбас после созревания (28-е сутки)

Показатель	Контроль	Инулин-гель	Инулин + масло
Массовая доля влаги, %	25,98 ± 0,97	31,07 ± 0,05	30,39 ± 0,16
Массовая доля жира, %	44,37 ± 0,96	31,38 ± 0,22	35,36 ± 0,31
Массовая доля белка, %	24,62 ± 1,48	27,10 ± 0,16	24,79 ± 0,32
Массовая доля золы, %	4,94 ± 0,18	5,71 ± 0,16	5,25 ± 0,05
NaCl, %	4,02 ± 0,19	4,53 ± 0,19	4,07 ± 0,05

Как видно из таблицы 3, образец с инулиновым гелем характеризовался наименьшей массовой долей жира - 31,38 %, что соответствует снижению на 29,28 % относительно контроля. Образец с инулин-льняной эмульсией также демонстрировал выраженное уменьшение жирности - до 35,36 %, то есть на 20,31 % ниже контрольного уровня. Одновременно в опытных вариантах возрастала массовая доля влаги и углеводов, что обусловлено внесением гидратированного инулина [8].

С технологической точки зрения эти изменения важны, поскольку подтверждают способность инулина формировать влагоудерживающую матрицу, частично компенсирующую сокращение животного жира. Российские исследования мясных полуфабрикатов и мясорастительных систем также показывают, что пищевые волокна и инулинсодержащее сырье повышают влаго- и жироудерживающую способность фарша и могут использоваться для создания продуктов профилактической направленности [2-6].

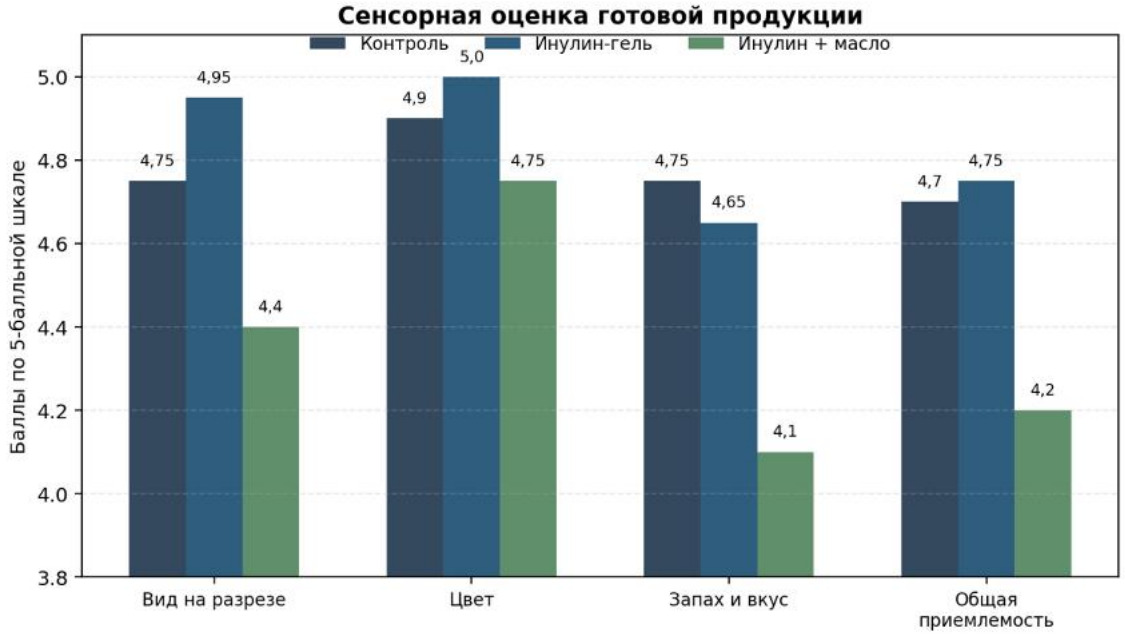


Рисунок 1 - Сравнение основных сенсорных характеристик опытных образцов

Сенсорная оценка показала, что образец с инулиновым гелем не уступал контролю по общей приемлемости и даже несколько превосходил его по виду на разрезе и устойчивости окраски. Это особенно важно с практической точки зрения: вариант I позволяет получить менее жирный продукт без заметной потери потребительских свойств. В то же время образец IO имел более низкие баллы по запаху и вкусу, а также по общей приемлемости, хотя оставался в зоне хорошей оценки (свыше 4 баллов по 5-балльной шкале) [8].

Таблица 4 - Сенсорная оценка готовых колбас обученной дегустационной комиссией

Показатель	Контроль	Инулин-гель	Инулин + масло
Внешний вид	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00
Вид на разрезе	4,75 ± 0,42	4,95 ± 0,16	4,40 ± 0,21
Цвет и его устойчивость	4,90 ± 0,21	5,00 ± 0,00	4,75 ± 0,35
Запах и вкус	4,75 ± 0,35	4,65 ± 0,34	4,10 ± 0,39
Текстура	4,85 ± 0,24	4,85 ± 0,34	4,70 ± 0,35
Общая приемлемость	4,70 ± 0,35	4,75 ± 0,26	4,20 ± 0,26

Таблица 5 - Показатели окислительной стабильности после 30 суток хранения (58-е сутки опыта)

Показатель	Контроль	Инулин-гель	Инулин + масло
Кислотное число, мг KOH/г	0,91	1,31	1,93
Перекисное число, ммоль/кг	0,32	0,57	0,87

Наряду с очевидными нутриентными преимуществами образец IO продемонстрировал и ограничение: более высокая доля PUFA повышала чувствительность продукта к окислению. Через 30 суток хранения у него были максимальные значения кислотного и перекисного числа,

Следовательно, выбор варианта замены жира зависит от производственной задачи. Если приоритетом является максимальное снижение жирности и сохранение сенсорной приемлемости, более рационален вариант с инулиновой гелевой суспензией. Если же ключевой задачей является улучшение жирнокислотного состава и получение продукта, богатого ω-3 жирными кислотами, целесообразно использовать инулин-льняную эмульсию, но при обязательном подборе антиокислительной защиты, упаковки и режимов хранения [1, 2, 7, 8].

1. Замена 16 % свиного шпика инулин-содержащими гелевыми системами является технологически осуществимой и позволяет получить сыровяленые колбасы с пониженной массовой долей жира без критического ухудшения структуры и органолептических свойств.
2. Инулиновая гелевая суспензия обеспечивает наибольшее снижение жирности: до 31,38 %, что на 29,28 % ниже контрольного образца. При этом общая сенсорная приемлемость остаётся высокой и сопоставимой с традиционной рецептурой.
3. Инулин-льняная эмульсия формирует наиболее благоприятный жирнокислотный профиль: увеличивает долю PUFA до 19,57 г/100 г общих жирных кислот, содержание ω-3 до 5,89 г/100 г и снижает соотношение ω-6/ω-3 до 2,23.
4. Использование эмульсионной системы сопровождается снижением твердости и жевательности продукта, а также повышенной склонностью липидной фазы к окислению при хранении, что требует дополнительных мер технологической стабилизации.
5. Данные российской литературы подтверждают перспективность применения пищевых волокон и инулинсодержащего сырья в технологии мясных полуфабрикатов и изделий функционального назначения, что делает направление разработки отечественных рецептур с использованием инулина актуальным и практически значимым.

Научный руководитель Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. Vasilev D., Djordjevic V., Karabasil N., Dimitrijevic M., Petrovic Z., Velebit B., Teodorovic V. Inulin as a Prebiotic and Fat Replacer in Meat Products // Theory and Practice of Meat Processing. 2017. Vol. 2, No. 2. P. 4-13. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-2-4-13.
2. Ряхимов Р. Р., Лисицын А. Б., Кидяев С. Н. и др. Инулин как основа создания гетерогенной композиции для использования в технологии мясных продуктов пониженной калорийности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. № 4. С. 219-225. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-219-225.

3. Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С., Степанцова Г. Е. Исследование влияния гидратированного порошка топинамбура на функционально-технологические и реологические показатели мясного фарша для рубленых полуфабрикатов // Известия КГТУ. 2024. № 73. С. 67-81. DOI: 10.46845/1997-3071-2024-73-67-81.
4. Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С. Установление сроков годности мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных порошком топинамбура // Вестник Международной академии холода. 2022. № 3. С. 57-65. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-3-57-65.
5. Сярова Л. Н., Забалуева Ю. Ю., Иванова Н. Г., Данилова Л. В. К вопросу применения пищевых волокон в производстве мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2024. № 3. DOI: 10.53980/24131997_2024_3_5.
6. Derkanosova A. A., Kurchaeva E. E., Panina E. V. Технологические подходы к производству мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных композитами животного и растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86, № 2. С. 237-247. DOI: 10.20914/2310-1202-2024-2-237-247.
7. Бызов В. А. Системный анализ состояния и перспективы развития производства инулина (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, № 6. С. 757-776. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.757-776.
8. Glisic M., Baltic M., Glisic M., Trbovic D., Jokanovic M., Parunovic N., Dimitrijevic M., Suvajdzic B., Boskovic M., Vasilev D. Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic- and PUFA-enriched dry fermented sausages // International Journal of Food Science & Technology. 2019. Vol. 54, No. 3. P. 787-797. DOI: 10.1111/ijfs.13996.

УДК 637.5.04

Александрова Р.С., Папаева С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РУБЛЕНЫЕ МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены возможности совершенствования рецептур рубленых мясных полуфабрикатов за счёт введения растительных компонентов антиоксидантной направленности. В качестве функциональной композиции использованы экстракт розмарина, кароб и пищевые волокна. Проведена сравнительная оценка контрольного и опытных образцов по физико-химическим и органолептическим показателям. Установлено, что частичная замена жирового компонента растительной смесью способствует снижению массовой доли жира, повышению влагосодержания и улучшению стабильности качества продукта в процессе хранения. Показано, что умеренное внесение растительных ингредиентов позволяет сохранить высокую сенсорную приемлемость при одновременном повышении функциональной направленности полуфабриката. Наиболее рациональной признана дозировка 5 % растительной смеси, обеспечивающая оптимальное сочетание технологических, органолептических и потребительских характеристик.

Ключевые слова: рубленые мясные полуфабрикаты, растительные антиоксиданты, экстракт розмарина, кароб, пищевые волокна, функциональные мясные продукты, окислительные процессы, качество мясных систем.

Современное развитие мясной промышленности характеризуется устойчивой тенденцией к расширению ассортимента продуктов, сочетающих традиционно высокую пищевую ценность с улучшенными потребительскими и функционально-технологическими свойствами. Особое место в данной группе продукции занимают рубленые мясные полуфабрикаты, отличающиеся массовым спросом, доступностью и технологической универсальностью. Вместе с тем именно эта категория изделий остаётся одной из наиболее чувствительных к структурным и биохимическим изменениям в процессе производства, хранения и последующей кулинарной обработки. Это связано с высокой степенью диспергирования сырья, перераспределением жировой фазы, увеличением площади контакта компонентов фарша с кислородом воздуха и, как следствие, с более интенсивным протеканием окислительных процессов[1,2].

Следует отметить, что проблема окислительной нестабильности рубленых мясных полуфабрикатов имеет не только технологическое, но и нутрициологическое значение. Развитие окислительных изменений в мясных системах сопровождается ухудшением органолептических характеристик продукта, снижением его пищевой ценности, нарушением устойчивости окраски и изменением консистенции[1,2]. В условиях хранения и термической обработки ускоряется деструкция липидной фазы, что отрицательно отражается на качестве и сроке годности полуфабрикатов[1]. В связи с этим разработка эффективных способов стабилизации мясных систем без существенного усложнения технологии представляет собой одну из актуальных задач современной пищевой биотехнологии и товароведения мясных продуктов.

Наиболее перспективным направлением решения данной задачи является использование природных антиоксидантов и структурно-функциональных растительных компонентов[3]. В отличие от

синтетических стабилизаторов, растительные ингредиенты воспринимаются потребителем как более физиологически оправданные и в большей степени соответствуют концепции производства продуктов здорового питания. Кроме того, многие из них обладают комплексным действием: не только ингибируют нежелательные окислительные процессы, но и влияют на влагоудерживающую способность, структуру, консистенцию, цвет и общий сенсорный профиль мясной системы[3,8].

Среди таких ингредиентов особый интерес представляют экстракт розмарина, кароб и пищевые волокна. Экстракт розмарина является одним из наиболее изученных растительных антиоксидантов, применяемых в технологии мясных продуктов[4,5]. Его функциональное действие связано с присутствием фенольных соединений, способных тормозить развитие свободнорадикальных процессов в липидной фазе. Кароб, представляющий собой продукт переработки плодов рожкового дерева, привлекает внимание исследователей благодаря содержанию биологически активных веществ, способных оказывать стабилизирующее влияние на качество продукта, а также благодаря его способности участвовать в формировании вкусового профиля[6]. Пищевые волокна, в свою очередь, обладают высокой гидрофильностью, улучшают водосвязывающую способность мясной системы, способствуют стабилизации структуры фарша и позволяют частично компенсировать снижение доли жирового сырья[7,8].

Принципиально важно, что введение указанных компонентов в рецептуру рубленых полуфабрикатов позволяет рассматривать их не только как добавки узконаправленного действия, но и как элементы более широкой стратегии модернизации мясных рецептур. В условиях современной пищевой индустрии это означает переход от традиционного представления о полуфабрикате как о продукте исключительно сырьевой переработки к пониманию его как сложной многокомпонентной системы, в которой каждый ингредиент должен выполнять одновременно технологическую, сенсорную и нутриентную функцию[3,8]. Именно такой подход наиболее полно отвечает современным требованиям к мясной продукции функциональной направленности.

Важным является и то, что рубленые мясные полуфабрикаты представляют собой удобную модель для введения растительных компонентов. В отличие от цельномышечных изделий, где изменение рецептуры ограничено структурой сырья и требованиями к внешнему виду, рубленые системы позволяют варьировать соотношение ингредиентов в значительно более широких пределах. Это создаёт благоприятные условия для подбора таких дозировок растительных добавок, при которых достигается оптимальный баланс между улучшением состава продукта и сохранением его привычных органолептических свойств[9-12].

Вместе с тем очевидно, что функциональное обогащение мясных полуфабрикатов растительными компонентами не может рассматриваться как однозначно положительный процесс вне зависимости от дозировки. При чрезмерном внесении таких ингредиентов возможно изменение цвета, появление выраженных травянистых или горьковатых оттенков вкуса, размягчение либо, напротив, уплотнение структуры, а также нарушение привычного восприятия продукта потребителем. По этой причине научно обоснованный выбор концентрации растительной смеси представляет собой ключевой этап разработки новых рецептур.

Целью настоящей работы являлась разработка рубленых мясных полуфабрикатов с частичной заменой жирового компонента на растительную антиоксидантную смесь и установление рациональной дозировки данной композиции на основе анализа физико-химических и органолептических показателей готового продукта.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: разработать модельные рецептуры полуфабрикатов с различным уровнем внесения растительной смеси; изучить влияние добавок на химический состав продукта; провести сравнительную органолептическую оценку контрольного и опытных образцов; установить дозировку, обеспечивающую наиболее благоприятное сочетание функциональных и потребительских характеристик.

В качестве объектов исследования были изготовлены три варианта рубленых мясных полуфабрикатов: контрольный образец без внесения растительной композиции, опытный образец № 1 с добавлением 5 % смеси и опытный образец № 2 с добавлением 10 % смеси. В состав растительной смеси входили экстракт розмарина, кароб и пищевые волокна. Перед использованием добавки подвергали предварительной гидратации, что обеспечивало более равномерное распределение компонентов в мясной массе и способствовало формированию однородной структуры фарша.

Технологический процесс приготовления полуфабрикатов включал измельчение мясного сырья на волчке с диаметром отверстий решётки 3–5 мм, затем последующее внесение соли, специй, панировочных сухарей и растительных компонентов, тщательное перемешивание до получения равномерной фаршевой массы, формование изделий и замораживание при температуре –18 °С. Оценку качества образцов проводили по совокупности физико-химических и органолептических показателей, что позволило определить влияние растительной композиции как на состав продукта, так и на его потребительские свойства.

Таблица 1 — Рецептура модельных образцов

Ингредиент	Контрольный образец	Образец № 1 (5 % растительной смеси)	Образец № 2 (10 % растительной смеси)
Говядина 1 сорта кг.	45,0	45,0	45,0
Свинина 1 сорта кг.	35,0	35,0	35,0
Жир говяжий кг.	15,0	10,0	5,0
Сухари панировочные кг.	4	4	4
Соль кг.	0,8	0,8	0,8
Перец черный кг.	0,2	0,2	0,2
Экстракт розмарина кг.	–	0,5	1,0
Кароб кг.	–	3,0	6,0
Пищевые волокна кг.	–	1,5	3,0
Итого кг.	100,0	100,0	100,0

Анализ результатов показал, что введение растительной смеси оказало выраженное влияние на качественные характеристики рубленых мясных полуфабрикатов. Прежде всего это проявилось в изменении химического состава опытных образцов. При увеличении содержания растительной композиции возрастала массовая доля влаги, что объясняется высокой влагоудерживающей способностью пищевых волокон и их способностью участвовать в формировании более устойчивой водно-белковой матрицы. Одновременно наблюдалось снижение массовой доли жира, обусловленное частичной заменой шпика функциональными ингредиентами немясного происхождения. Подобные изменения представляются технологически целесообразными, поскольку способствуют формированию более сбалансированного продукта с меньшей долей жирового компонента.

Таблица 2 — Физико-химические и органолептические показатели рубленых полуфабрикатов

Показатель	Контрольный образец	Образец № 1	Образец № 2
Массовая доля влаги, %	62,0 ± 0,3	65,5 ± 0,4	68,0 ± 0,3
Массовая доля белка, %	15,0 ± 0,2	16,2 ± 0,2	16,8 ± 0,2
Массовая доля жира, %	25,0 ± 0,4	22,0 ± 0,3	18,5 ± 0,3
Органолептическая оценка, балл	4,5	4,7	4,0

Согласно данным таблицы 2, наиболее удачное сочетание показателей получено для образца № 1 с внесением 5 % растительной смеси. Именно этот вариант характеризовался повышенным содержанием влаги, умеренным снижением жира и наивысшей органолептической оценкой. Очевидно, что при данной концентрации достигается тот предел, при котором положительное действие растительных компонентов уже достаточно выражено, но ещё не сопровождается заметным ухудшением традиционных характеристик мясного полуфабриката.

Образец № 2, содержащий 10 % растительной смеси, продемонстрировал дальнейшее снижение массовой доли жира и рост влагосодержания, что само по себе свидетельствует о высокой эффективности использованной композиции. Однако одновременно отмечено снижение общей дегустационной оценки. Это позволяет сделать вывод о том, что увеличение дозировки растительной смеси выше определённого уровня сопровождается изменением сенсорного баланса продукта. Иначе говоря, технологическая эффективность добавки в данном случае начинает частично вступать в противоречие с требованиями к вкусу, запаху и визуальному восприятию изделия.

Таблица 3 — Органолептические показатели образцов

Показатель	Контрольный образец	Образец № 1	Образец № 2
Запах	Характерный мясной	Мясной с лёгким пряно-растительным оттенком	Выраженный травяной, менее мясной
Вкус	Характерный, без посторонних привкусов	Гармоничный, с лёгким растительным оттенком	Горьковатый, с преобладанием растительных тонов
Консистенция	Упругая	Упругая, сочная	Упругая, несколько менее сочная
Внешний вид	Соответствует норме	Соответствует норме	Соответствует норме, слегка

			темнее
Цвет	Розовый	Розовый, стабильный	Более тёмный
Сочность	Сочная	Сочная	Умеренно сочная

Анализ органолептических показателей позволяет утверждать, что умеренное внесение растительной композиции не только не снижает качество полуфабриката, но в определённой степени обогащает его сенсорный профиль. Для образца № 1 характерны гармоничный вкус, достаточно выраженная сочность и сохранение типичных для мясного продукта внешних характеристик. При более высоком содержании смеси начинают доминировать растительные тона, изменяется цвет и несколько снижается сочность, что отражается на итоговой дегустационной оценке. Следовательно, вопрос о рациональном уровне внесения растительных компонентов должен решаться с обязательным учётом их влияния на общую сенсорную идентичность продукта.

В более широком контексте полученные результаты подтверждают перспективность использования растительных антиоксидантных компонентов в технологии рубленых мясных полуфабрикатов как одного из направлений создания мясных продуктов нового поколения. Такие продукты должны не только удовлетворять традиционные требования к вкусу и питательности, но и отвечать современным представлениям о рациональном питании, технологической устойчивости и расширенной функциональности. В этом смысле разработанная композиция представляет практический интерес как для научных исследований, так и для производственного внедрения.

Не менее важно и то, что предложенный подход не требует радикальной перестройки существующего технологического процесса. Растительная смесь может быть интегрирована в стандартную схему производства рубленых полуфабрикатов без существенного изменения используемого оборудования и базовых технологических операций. Это повышает прикладную значимость проведённой работы и делает возможным дальнейшее промышленное освоение подобных рецептур.

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что введение растительной антиоксидантной смеси в рецептуру рубленых мясных полуфабрикатов является технологически оправданным и практически перспективным. Наиболее рациональной следует считать дозировку 5 % от массы сырья, поскольку именно в этом случае достигается оптимальное сочетание улучшенного состава, стабильности качества и высокой органолептической приемлемости.

Научный руководитель Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. Domínguez R., Pateiro M., Gagaoua M., Barba F.J., Zhang W., Lorenzo J.M. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products // Antioxidants. 2019. Vol. 8, No. 10. Art. 429.
2. Papuc C., Goran G.V., Predescu C.N., Nicorescu V. Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2017. Vol. 16, No. 1. P. 96–123.
3. Zhou T., Wu J., Zhang M., Ke W., Shan K., Zhao D., Li C. Effect of natural plant extracts on the quality of meat products: a meta-analysis // Food Materials Research. 2023. Vol. 3. Art. 15.
4. McBride N.T.M., Hogan S.A., Kerry J.P. Comparative addition of rosemary extract and additives on sensory and antioxidant properties of retail packaged beef // International Journal of Food Science and Technology. 2007. Vol. 42, No. 10. P. 1201–1207.
5. Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., Fletouris D.J. Effect of rosemary extract, chitosan and α-tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers // Meat Science. 2007. Vol. 75, No. 2. P. 256–264.
6. Rosa C.S., Kubota E., Stein M., Nogara G.P., Vizzotto M. Evaluation of the effect of extract of carob flour (Ceratonia siliqua L.) on oxidative stability and color of frozen hamburgers // Semina: Ciências Agrárias. 2013. Vol. 34, No. 5. P. 2277–2286.
7. Polizer-Rocha Y.J., Faria P.B., Souza L.T., Ribeiro A.F., Campagnol P.C.B., Polizer Y.J. Physicochemical and technological properties of beef burger as influenced by the addition of pea fibre // International Journal of Food Science and Technology. 2020. Vol. 55, No. 3. P. 1018–1024.
8. Lombardi S.J., Pannella G., Coppola F., Vergalito F., Maiuro L., Succi M., Sorrentino E., Tremonte P., Coppola R. Plant-Based Ingredients Utilized as Fat Replacers and Natural Antimicrobial Agents in Beef Burgers // Foods. 2024. Vol. 13, No. 20. Art. 3229.
9. Зинина О.В., Гаврилова К.С., Позднякова М.А. Исследование рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, обогащенных мукой из непропаренной гречневой крупы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7, № 1.
10. Величко Н.А., Машанов А. Возможность использования капусты брокколи для обогащения мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018.
11. Каримова А. Изучение качественных характеристик мясорастительных полуфабрикатов с добавлением тыквенного пюре // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019.

12. Патракова И.С., Гуринович Г.В., Серегин С.А., Мышалова О.М., Патшина М.В. Использование полбы и расторопши в рецептурах рубленых полуфабрикатов.

УДК 637.524.5

Александрова Р.С., Папаева С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЁНЫХ КОЛБАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАРТОВОЙ КУЛЬТУРЫ FLORA ITALIA LC 25 И СПИРТОВОГО ЭКСТРАКТА ЯГОД КАЛИНЫ

Аннотация. В статье рассматривается возможность совершенствования технологии производства сырокопчёных колбас за счёт совместного применения стартовой культуры FLORA ITALIA LC 25 и спиртового экстракта ягод калины. Обоснована технологическая роль стартовых культур в интенсификации процессов ферментации и формировании стабильных органолептических показателей продукта. Показано, что замена коньяка в рецептуре на растительный экстракт может способствовать повышению антиокислительной устойчивости сырокопчёной колбасы и расширению ассортимента мясных изделий функциональной направленности.

Ключевые слова: свинина, говядина, ягоды калины, стартовые культуры, сырокопчёные колбасы, экстракт.

Сырокопчёные колбасы относятся к мясным изделиям, которые не подвергаются высокотемпературной термической обработке. Их производство основано на процессах ферментации, обезвоживания, осадки, холодного копчения и последующей сушки. Холодное копчение, как правило, проводят при температуре 20–25 °С, а созревание продукта по традиционной технологии занимает не менее 45–50 суток. Именно длительность технологического цикла остаётся одним из факторов, ограничивающих эффективность производства и повышающих себестоимость готовой продукции.

Среди мясных изделий сырокопчёные колбасы выделяются высокой пищевой ценностью, плотной консистенцией, выраженным вкусом и характерным ароматом. Благодаря комплексу технологических операций и использованию специй такие изделия традиционно относятся к продукции премиального сегмента. В то же время современная мясоперерабатывающая отрасль нуждается в решениях, позволяющих сохранить высокие потребительские свойства продукта и одновременно сократить продолжительность его изготовления.

Одним из перспективных направлений совершенствования рецептур является включение в состав продукта растительных компонентов, обладающих антиоксидантной активностью. Ягоды калины представляют интерес как источник биологически активных веществ и сырьё для получения экстрактов, способных влиять на вкусоароматический профиль и устойчивость мясных систем к окислительным изменениям [1; 7]. Использование таких компонентов позволяет не только расширить ассортимент, но и повысить функциональную направленность мясной продукции.

Не менее важным элементом технологии выступают стартовые культуры. Они представляют собой специально подобранные микроорганизмы, обеспечивающие направленное развитие ферментационных процессов, стабилизацию окраски, формирование вкуса и аромата, а также повышение микробиологической безопасности изделия. По данным литературных источников, применение стартовых культур в производстве сырокопчёной продукции способно сократить продолжительность созревания с 45–50 до 15–20 суток без ухудшения качества готового продукта [2].

В настоящей работе в качестве стартовой культуры рассматривается FLORA ITALIA LC 25 — комбинация штаммов Lactobacillus sakei и Staphylococcus carnosus. Сочетание молочнокислых бактерий и стафилококков позволяет контролировать процесс ферментации, поддерживать стабильный цвет, уменьшать риск окислительного прогоркания и формировать выраженный вкус ферментированного мяса. Наряду с этим введение спиртового экстракта ягод калины в рецептуру представляет практический интерес как возможный способ повышения антиокислительной устойчивости и обновления традиционной рецептуры сырокопчёных колбас. Технические характеристики стартовой культуры FLORA ITALIA LC 25 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики стартовой культуры FLORA ITALIA LC 25.

Культура	FLORA ITALIA LC 25	
Композиция штаммов	Lactobacillus sakei	Staphylococcus carnosus
Температура опт/макс/мин	30 ºС/50 ºС/10 ºС	30 ºС/45 ºС/10 ºС
Лимит соли	6% солевого раствора	16% солевого раствора

Активность	Факультативно-анаэробные Производящие D(-)-молочную кислоту	Факультативно-анаэробные Каталаза-позитивные Нитрат-редуктаза-позитивные Липолитические Протеолитические
Сахара, которые культура способна ферментировать		
Глюкоза (декстроза)	+	+
Фруктоза	-	-
Мальтоза	-	+
Лактоза	+	-
Сахароза	-	-
Внешний вид	Порошок, цвет от белого до коричневого.	

Таблица 2 - Рецептура сырокопченых колбас

Наименование сырья	Контрольный образец Масса сырья, кг	Опытный образец Масса сырья, кг
Говядина жилованная в/с	0,3	0,3
Свинина жилованная нежирная	0,4	0,4
Шпик свиной	0,250	0,250
Стартовая культура FLORA ITALIA LC 25	0,005	0,005
Соль нитритная	0,0165	0,0165
Соль поваренная пищевая	0,0156	0,0156
Перец черный молотый	0,0015	0,0015
Перец душистый молотый	0,0005	0,0005
Коньяк	0,02	-
Экстракт калины	-	0,02

При разработке модифицированной рецептуры коньяк в контрольном образце был заменён равным количеством спиртового экстракта ягод калины в опытном образце. Такая замена позволяет сохранить объём вносимого жидкого компонента и одновременно оценить потенциал растительного ингредиента как источника веществ с антиоксидантной активностью.

Технологический процесс производства сырокопчёных колбас включает последовательно выполняемые операции подготовки сырья, измельчения, перемешивания, формования, осадки, копчения и сушки. Мясное сырьё измельчают на волчке с диаметром отверстий решётки 4 мм. Степень измельчения является одним из ключевых факторов формирования структуры колбасного фарша, поскольку влияет на глубину технологической обработки мясной ткани, характер связывания влаги и структурно-механические свойства системы [3; 4].

Измельчённое мясное сырьё, стартовую культуру, соль, нитрит, специи и экстракт ягод калины загружают в фаршемешалку и перемешивают в течение 5–7 минут. Затем постепенно вносят предварительно нарезанный в подмороженном состоянии свиной шпик и продолжают перемешивание ещё 2–3 минуты. Соблюдение временных параметров данной операции обеспечивает более равномерное распределение компонентов по объёму фарша и способствует формированию однородной структуры продукта.

Полученным фаршем наполняют натуральные свиные оболочки на шприце, уплотняя массу при завязывании и клипсовании свободного конца оболочки. Сформованные батоны направляют на осадку в климатическую камеру, где выдерживают 12 часов при температуре от +15 до +20 °С, относительной влажности воздуха 87 ± 3 % и скорости движения воздушного потока 0,1 м/с. Осадка необходима для стабилизации структуры, выравнивания распределения влаги и подготовки батонов к дальнейшему копчению.

После осадки проводят копчение колбасных батонов в течение 2–3 суток при температуре 20 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 74–80 % и скорости движения воздушного потока 0,2–0,5 м/с. Затем продукт направляют на сушку. На этой стадии в фарше протекают сложные биохимические и микробиологические процессы, определяющие консистенцию, вкус, аромат и стойкость готового изделия [5]. В первые трое суток сушку осуществляют при температуре 15–18 °С и относительной влажности воздуха 88 % с постепенным снижением до 78 %. После завершения первого этапа

температурно-влажностный режим изменяют и продолжают сушку при температуре 12–18 °С, относительной влажности 73–77 % и скорости воздушного потока 0,1 м/с в течение 4–6 суток.

Таким образом, использование стартовой культуры FLORA ITALIA LC 25 в сочетании со спиртовым экстрактом ягод калины можно рассматривать как перспективное направление совершенствования технологии производства сырокопчёных колбас. Предлагаемая рецептура ориентирована на интенсификацию созревания, стабилизацию цвета и вкусоароматических характеристик продукта, а также на повышение его антиокислительной устойчивости за счёт растительного компонента. Практическая значимость работы состоит в возможности расширения ассортимента сырокопчёной продукции и адаптации традиционной технологии к современным требованиям мясоперерабатывающей промышленности.

Научный руководитель Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. Блинова К. Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь: справ. пособие / под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. — М.: Высш. шк., 1990. — С. 193.
2. Зинина О. В., Тарасова И. В., Ребезов М. Б. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру коллагенсодержащего сырья // Всё о мясе. — 2013. — № 3. — С. 41–43.
3. Мурашев С. В., Гаврилова А. Н. Глубина измельчения мышечной ткани и формирование конденсационной структуры сырокопчёных колбас // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2015. — № 4(26). — С. 35–42.
4. Мурашев С. В., Кодиров У. О. Влияние глубины измельчения на свойства фарша говядины // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2014. — № 1(19).
5. Мурашев С. В., Курбанов Б. М. Зависимость свойств фарша баранины от степени измельчения сырья // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2014. — № 2420).
6. Соколова Т. А. Декоративное растениеводство. Древоводство. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352 с.
7. Шестопалова И. А., Уварова Н. А. Влияние экстрактов дикорастущих плодов и ягод на цвет рубленых полуфабрикатов из мяса птицы. — С. 5–6.

УДК 637.5.032

Александрова Р.С., Папаева С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения стартовых культур при производстве сыровяленых колбас. Проведено сопоставление традиционной и модифицированной технологий изготовления продукта, показано влияние бактериальных препаратов на скорость созревания, безопасность сырья, формирование органолептических характеристик и экономическую эффективность процесса. Установлено, что использование стартовых культур позволяет целенаправленно управлять ферментацией, снижать риск развития нежелательной микрофлоры и сокращать длительность технологического цикла без ухудшения качества готовой продукции [2–4].

Ключевые слова: сыровяленые колбасы, ферментация, стартовые культуры, интенсификация производства, созревание, безопасность продукта.

В современных условиях развития мясной промышленности особое значение приобретает поиск технологических решений, способных одновременно повышать стабильность качества продукции, снижать производственные издержки и сокращать длительность технологического цикла. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является внедрение стартовых культур в технологию производства ферментированных мясных изделий, в том числе сыровяленых колбас [4, 5].

Сыровяленые колбасы относятся к категории деликатесных мясных продуктов, востребованных благодаря высокой пищевой ценности, выраженным вкусоароматическим характеристикам и длительным срокам хранения. Вместе с тем их традиционное производство отличается значительной продолжительностью и высокой чувствительностью к качеству исходного сырья, параметрам микроклимата и составу естественной микрофлоры. При отклонении хотя бы одного из этих факторов возрастает риск технологических дефектов, потерь массы и нестабильности готового продукта [1, 4].

Под сыровяленой колбасой понимают колбасное изделие плотной консистенции, получаемое путем осадки и продолжительной сушки мясного сырья. В зависимости от рецептуры и режима обработки различают классические и полусухие варианты такой продукции. В полусухих сыровяленых колбасах наиболее часто применяют стартовые культуры, поскольку именно они обеспечивают управляемое течение ферментационных процессов и формируют необходимые барьерные свойства продукта [1, 4].

Стартовые культуры представляют собой специально подобранные композиции микроорганизмов, прежде всего молочнокислых бактерий и микрококков, которые вносятся непосредственно в фарш. Их назначение состоит не только в ускорении снижения pH, но и в стабилизации цвета, развитии характерного вкуса и аромата, а также в подавлении нежелательной микрофлоры. Благодаря этому процесс созревания становится более предсказуемым, а качество готовых изделий — более воспроизводимым [2–4].

Рост интереса к таким культурам объясняется несколькими причинами. Во-первых, современные предприятия нуждаются в сокращении сроков оборота продукции и более рациональном использовании камер осадки и сушки. Во-вторых, на практике нередко используется замороженное сырье, свойства которого после дефростации могут отличаться от характеристик охлажденного мяса. В этих условиях особенно важны технологические приемы, обеспечивающие стабильное протекание созревания и снижение вероятности брака [2, 4].

Не менее значим и санитарно-гигиенический аспект применения стартовых культур. Молочнокислые микроорганизмы активно конкурируют с посторонней микрофлорой за питательные вещества и субстрат, вырабатывают органические кислоты и тем самым создают неблагоприятную среду для развития гнилостных и условно-патогенных микроорганизмов. Подобный механизм биологической защиты особенно важен при производстве сыровяленых колбас, где отсутствует термическая обработка и большая роль принадлежит именно ферментации [3, 4].

Классическая технология производства сыровяленых колбас включает в себя следующие этапы:

1) Подмораживание мясного сырья

Подготовка мясного сырья начинается с его подмораживания. Жилованную говядину, свинину, баранину, конину, оленину, а также шпик, грудинку и другие виды жирового сырья размещают в емкостях или на противнях слоем не более 10 см и выдерживают в морозильной камере до достижения температуры от минус 1 до минус 5 °С в толще продукта. Затем сырье дополнительно выдерживают для выравнивания температуры по всему объему. Данный этап необходим для получения четкого рисунка на срезе, предупреждения размазывания жира и обеспечения качественного измельчения мясного сырья в дальнейшем [1].

2) Приготовление фарша

Приготовление фарша осуществляют на поточно-механизированных линиях или в куттерах, предназначенных для переработки подмороженного мяса. На начальной стадии измельчают более крупные куски говядины и другого мясного сырья, после чего вносят нитрит натрия, функциональные ингредиенты и часть рецептурных компонентов. Затем добавляют соль, шпик или иное жировое сырье, специи и доводят массу до требуемой степени измельчения. На этом же этапе при модифицированной технологии в фарш вводят стартовые культуры. Их равномерное распределение особенно важно, поскольку от этого зависит однородность ферментации и стабильность качества по всему объему батона [1, 2, 4].

Именно на стадии фаршесоставления закладываются основные предпосылки будущих свойств продукта: влагоудерживающая способность, интенсивность созревания, стабильность окраски и выраженность вкусоароматического профиля. Поэтому корректность дозирования соли, сахаров, специй и бактериальных препаратов оказывает прямое влияние на итоговый результат [2, 4].

3) Наполнение оболочки фаршем

Подготовленный фарш направляют на шприцевание в натуральные или искусственные оболочки. Наполнение может проводиться как с применением вакуума, так и без него, однако вакуумирование предпочтительно, поскольку позволяет уменьшить количество воздушных включений и улучшить плотность структуры. После шприцевания батоны клипсуют или перевязывают шпагатом, формируя изделия требуемой массы и диаметра. От правильности выполнения данной операции зависит внешний вид колбасы, равномерность осадки и отсутствие пустот в готовом продукте [1].

4) Созревание сыровяленых колбасных изделий

После набивки батоны направляют на осадку и созревание. В классической технологии продолжительность этой стадии может составлять несколько суток при пониженной температуре. В течение данного периода происходит уплотнение структуры, перераспределение влаги, развитие естественной микрофлоры и подготовка продукта к сушке. Если в рецептуру введены стартовые культуры, условия созревания изменяют: температуру обычно повышают до 18–24 °С, что необходимо для активизации жизнедеятельности внесенных микроорганизмов и ускорения кислотообразования [1, 2, 4].

Активная ферментация на этой стадии способствует более быстрому снижению pH, что повышает устойчивость продукта к развитию нежелательной микрофлоры и формирует характерные сенсорные свойства. В результате этап осадки и начального созревания становится не только короче, но и технологически более управляемым [2–4].

5) Сушка сыровяленых колбас

Сушку осуществляют в климатических камерах с регулируемыми параметрами температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. При традиционном подходе изделия выдерживают при температуре 10–14 °С с постепенным снижением относительной влажности воздуха с 75–80 до 67–72 %. Продолжительность сушки может варьировать от 30 до 120 суток в зависимости от вида колбасы, калибра батона и требуемой конечной влажности. Этот этап является одним из наиболее продолжительных и энергоемких в технологическом цикле [1].

При использовании стартовых культур процесс сушки протекает интенсивнее, так как начальная ферментация и формирование структуры происходят быстрее. В модифицированной технологии общее время обезвоживания сокращается до 10–14 суток, а готовый продукт приобретает более стабильные органолептические показатели. Вместе с тем ускорение возможно только при строгом соблюдении режимов, поскольку чрезмерно быстрая потеря влаги может привести к образованию поверхностного уплотнения и затруднить дальнейшее созревание продукта [2, 4].

6) Упаковка, транспортировка, хранение

По завершении сушки сыровяленые колбасы подвергают оценке качества, контролю соответствия нормативным требованиям, калибровке и сортировке. После этого изделия упаковывают, как правило, в вакуумные пакеты или другие виды барьерной упаковки, маркируют и направляют на хранение и реализацию. Правильно подобранная упаковка позволяет замедлить окислительные процессы, уменьшить усушку и сохранить сенсорные свойства продукта на протяжении установленного срока годности [1].

Применение стартовых культур требует пересмотра не только временных, но и температурно-влажностных режимов производства. В отличие от традиционной схемы, ориентированной на длительное естественное созревание, модифицированная технология предусматривает управляемую ферментацию на ранних этапах и более интенсивное течение последующих процессов. Благодаря этому сокращаются сроки осадки и сушки, уменьшается занятость оборудования и повышается оборачиваемость производственных площадей [1, 2, 4].

С экономической точки зрения использование стартовых культур позволяет снизить продолжительность технологического цикла с нескольких недель до 10–14 суток. Такое сокращение дает предприятиям возможность быстрее выводить продукцию на рынок, уменьшать потери массы при длительном хранении в камерах и рациональнее использовать энергоресурсы. Для потребителя это выражается в большей доступности продукта при сохранении его вкусовых достоинств и пищевой ценности [2, 4].

Следует подчеркнуть, что эффективность стартовых культур зависит от их состава, уровня внесения и соответствия конкретной рецептуре. В настоящее время ведутся исследования по разработке новых штаммов микроорганизмов и их композиций, способных дополнительно улучшать аромат, цвет, текстуру и микробиологическую стабильность сыровяленых колбас. Перспективным направлением представляется подбор таких культур, которые одновременно обеспечивают технологическую надежность и формируют заданные функциональные свойства продукта [4, 5].

Таким образом, стартовые культуры следует рассматривать как важный инструмент интенсификации производства сыровяленых колбас. Их применение позволяет целенаправленно регулировать процессы ферментации и созревания, повышать микробиологическую безопасность, улучшать органолептические показатели и сокращать сроки изготовления готовой продукции. Это делает использование стартовых культур научно обоснованным и практически значимым направлением совершенствования технологии ферментированных мясных изделий [2–5].

Научный руководитель Нигматуллин Р.И., преподаватель

Список литературы

1. ГОСТ Р 55456–2013. Колбасы сырокопченые. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014. — 24 с.
2. Крылова В. В., Михайлова М. М. и др. Технология производства полусухих сырокопченых колбас с применением бактериальных препаратов. — М.: Труды ВНИИМП, 1982. — С. 45–58.
3. Рей М. Изучение целесообразности применения бактериальных культур L. plantarum и Str. diacetilactis для выработки сыровяленых колбас в связи с их влиянием на накопление летучих жирных кислот. — М., 1970. — 20 с.
4. Семенова А. А., Насонова В. В., Минаев М. Ю., Кровопусков Д. Е., Рогатин А. И. Роль стартовых культур в производстве сырокопченых и сыровяленых колбас // Все о мясе. — 2012. — № 2. — С. 13–19.
5. Мотовилина А. А., Васильева Т. В., Семенова А. А. О перспективности дальнейших исследований по использованию пробиотиков в производстве ферментированных колбас // Все о мясе. — 2025. — № 3. — С. 15–20. — DOI: 10.21323/2071-2499-2025-3-15-20.

УДК 637.344

Шабалина Н.С.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПАШТЕТОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

Аннотация. Разведение индеек это актуальное направление в наше время. В данный момент в России занимаются этим специализированные хозяйства по разведению и выращиванию индеек. Наблюдается активное возрастания данного вида птицеводства со среднегодовым темпом 15%. В связи с увеличением мяса индейки на отечественном рынке представляет научно-практический интерес изучения его качества и его переработки. Некоторые ученые России разрабатывают новые функциональные продукты с использованием мяса индеек, которое богато полноценным белком и может использоваться для производства новых продуктов.

Ключевые слова: полуфабрикат, технология, индейка, гепатопротекторное действие.

В настоящее время питание играет ключевую роль в формировании здоровья человека, способствуя его гармоничному росту и развитию [2]. Рынок функциональных продуктов в Российской Федерации в основном состоит из импортной продукции, что обусловливает высокие цены на такие товары. Для снижения стоимости и повышения доступности функциональных продуктов для большинства населения необходимо решать задачу по созданию отечественных сбалансированных вариантов функционального питания[1].

Функциональные пищевые продукты должны не только поставлять организму питательные вещества и энергию, но и насыщать его витаминами, пищевыми волокнами и биологически активными компонентами [3].

Внедрение растительного сырья в производство мясных изделий позволяет обогатить их полезными ингредиентами, улучшить усвояемость и привести состав в соответствие с физиологическими нормами питания.

Сегодня существует потребность в разработке новых и совершенствовании существующих рецептур и технологий мясных продуктов, в частности паштетов с растительными добавками, которые пользуются значительной популярностью среди потребителей[5].

Цель исследования — разработка технологии и рецептуры паштетов с использованием муки из кунжута и льна в качестве растительного компонента.

Объектами исследования служили паштеты, приготовленные по традиционной рецептуре (контрольный образец) и из печени индейки с добавлением кунжутной и льняной муки (опытные образцы) в пропорциях 0,5%, 0,7% и 0,9% от общей массы мясного фарша.

Существует традиционный метод производства мясорастительных паштетов, однако введение растительных добавок требует корректировок. В связи с этим нами была разработана инновационная технология изготовления паштетов с различными растительными компонентами. Мы интегрировали рецептуру паштета, сочетая мясное сырье с небольшим количеством растительных ингредиентов для улучшения химического состава, повышения биологической ценности и придания продуктам уникальных органолептических свойств [7].

Технологический процесс производства паштетов с растительными добавками включает следующие этапы:

- подготовка основного сырья и вспомогательных материалов;
- бланширование субпродуктов;
- измельчение на волчке;
- приготовление фарша;
- шприцевание;
- навешивание на рамы;
- варка;
- охлаждение под душем;
- охлаждение в воздушной камере;
- упаковка и реализация.

Печень очищают от крупных кровеносных сосудов, остатков жировой ткани, лимфатических узлов и желчных протоков, промывают в холодной воде и нарезают на куски определенной массы. Бланшируют в открытых двустенных котлах при соотношении печени и воды 1:3 в течение 15–20 минут до обесцвечивания.

Морковь очищают, повторно моют и нарезают на овощерезках дисковыми ножами на кружки. Измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 5–6 мм. Лук очищают, моют в холодной воде и измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 12–16 мм.

Кунжутная и льняная мука должны быть однородными и без посторонних примесей.

Количество ингредиентов фарша для производства паштетов определяется рецептурой, приведенной в таблице.

Таблица – Рецептура паштетов с растительными добавками в количестве 0,5 %; 0,7 % и 0,9% к общей массе сырья

Наименование сырья, добавок	Количество, г						
	Контрольный образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5	Образец №6
Печень индейки, г	278	278	278	278	278	278	278
Морковь отварная, г	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
Лук шинкованный репчатый, г	20	20	20	20	20	20	20
Бульон, мл	94	94	94	94	94	94	94
Мука кунжутная, г	-	1,56	2,19	2,81	-	-	-
Мука льняная, г	-	-	-	-	1,56	2,19	2,81

Бланшированное сырье измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, затем на куттере или куттере-мешалке в течение 5–8 минут до получения однородной массы. При куттеровании сначала загружают печень, морковь, лук, соль, муку и бульон. Для достижения более нежной консистенции фарш после куттерования пропускают через машины тонкого измельчения.

Формовка батона заключается в наполнении колбасных оболочек (натуральных или искусственных) фаршем с помощью шприцев. Плотность набивки регулируют в зависимости от содержания влаги и типа оболочки. Из батонов в натуральной оболочке удаляют воздух, попавший с фаршем, путем прокалывания, чтобы предотвратить развитие анаэробной микрофлоры и технологические дефекты при термической обработке (например, разрывы оболочки или пористую структуру). Концы батонов закрепляют металлическими скрепками с петлей для подвешивания из льняного или вискозного шпагата.

Подсушку проводят в течение 10 минут при температуре +100°С и относительной влажности воздуха 10–20%, а обжарку — 50–70 минут в зависимости от диаметра оболочки до достижения температуры в центре батона 40–50°С.

После обжарки батоны варят в стационарных камерах при температуре 75–85°С и относительной влажности 90–100% в течение 40–150 минут (в зависимости от диаметра оболочки) до достижения в центре батона температуры +70 ± 2°С.

Затем паштеты охлаждают под душем холодной водой в течение 10 минут, а после — в камере при температуре не выше +8°С и относительной влажности воздуха 95% до достижения температуры в центре батона +6°С.

Мясорастительные паштеты в оболочке выпускают в продажу при температуре в центре батона от 0 до +6°С. Хранят в соответствии с установленными правилами при температуре от 0 до 20°С и относительной влажности воздуха не выше 75%. Срок хранения мясорастительных паштетов — не более двух лет с даты изготовления.

Для того чтобы определить сколько содержится белков, жиров, зольных веществ в составе фаршей, а также выявить его энергетическую ценность были проведены исследования на выявление химического состава, данные результаты представлены в таблице 2. Полученные данные массовой доли влаги и сухого вещества представлены в таблице 3.

Таблица 2 –Химический состав фаршей

Показатели	Контроль	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Влага, %	65,50±0,49	68,03±0,42	69,6±0,38	70,34±1,15
Белок, %	21,81±0,06	18,95±0,03	17,14±0,03	16,22±0,07
Жир, %	9,86±0,02	9,88±0,01	9,90±0,01	9,87±0,01
Зола, %	2,83±0,02	3,14±0,02	3,36±0,01	3,57±0,01
Энергетическая ценность, ккал	175,98	164,72	157,66	153,71

Таблица 3 – Массовая доля влаги

Показатели, %	Контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Массовая доля влаги	65,50±0,49	68,03±0,42	69,6±0,38	70,34±1,15
Массовая сухого вещества	34,50±0,49	31,97±0,42	30,41±0,66	29,66±1,15

По сравнению с Контролем в Образцах №1, №2 и №3 массовая доля влаги увеличилась на 2,53%, 4,1% и 4,84% соответственно, за счет внесения в рецептуру растительных компонентов.

Таким образом, добавление льняной и кунжутной муки положительно сказывается на микронутриентном составе паштета, обогащая его макро- и микроэлементами, повышая содержание белка и пищевых волокон. Рекомендуется использовать эти ингредиенты при создании обогащенных мясорастительных продуктов, комбинируя их в рецептурах как с мясными, так и с растительными компонентами. Кроме того, выпуск такой продукции позволит расширить ассортимент, что снизит экономические затраты перерабатывающих предприятий за счет роста чистой прибыли и рентабельности.

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Айрапетян А.А., Манжесов В.И., Глотова И.А.3. Анализ изменений функционально-технологических свойств мясорастительного фарша при добавлении дополнительной влаги / А.А Айропетян // Вестник ВГУИТ. – 2021.
2. Вершиннина А.Г., Каленик Т.К., Самченко О.Н. Разработка мясорастительных паштетов для здорового питания / А.Г.Вершинина //Техника и технология пищевых производств. – 2014.
3. Гаврилова, А.И. Функциональнотехнологические свойства мясных паштетов при замене пшеничной муки на муку нетрадиционных видов / А.И. Гаврилова, Т.Е. Лободина, К.А. Лещуков // Биология в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1 (18). – С. 23–26.
4. Драгилев, А.И. Технология производства мясных изделий [Текст]: учебник / А.И. Драгилев, И.С. Лурье. - М.: ДеЛи, 2013. - 430с.
5. Зинина О.В, Гаврилова К.С., Позднякова М.А. Исследование мясо-растительных паштетов, обогащенных нетрадиционными видами пищевых ингредиентов / О.В. Зинина, К.С. Гаврилова, М.А. Позднякова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии».- 2018. - Т. 6, № 4. - С. 61–66.
6. Зубченко, А.В. Технология мясоперерабарывающего производства [Текст] / А.В. Зубченко. - Воронеж: ВГТА, 2015. - 432с.
7. Лях В.А., Федянина Л.Н., Смертина Е.С. Формирование и оценка потребительских свойств паштетов из гипоаллергенного сырья / В.А. Лях, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина // Техника и технология пищевых производств.- 2016. - Т. 40. - № 1.

УДК 637.344

Шабалина Н.С.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТООБРАЗОВАНИЯ В ВЕТЧИННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Аннотация. Посол мяса является одним из ключевых этапов в производстве мясных продуктов, таких как колбасы, ветчина и другие изделия. Этот процесс не только способствует консервации сырья, но и влияет на его органолептические свойства, включая цвет, вкус и текстуру.

Ключевые слова: нитрозопигменты, нитрозомиохромоген, ветчины, сосиски, рассол, технология.

Среди множества биохимических реакций, происходящих во время посола, особое место занимает образование нитрозопигментов — соединений, отвечающих за характерный розово-красный цвет готовых мясопродуктов. Без правильного управления этими процессами мясо может приобрести нежелательную серую или коричневую окраску, что снижает его привлекательность для потребителя. Чтобы предотвратить такие изменения, в рассол добавляют нитритритно-посолочную смесь. Этот ингредиент играет двойную роль: он участвует в формировании цвета и одновременно выступает в качестве консерванта, предотвращая рост патогенных бактерий, таких как Clostridium botulinum, которые могут вызвать ботулизм.

Образование окраски мяса при посоле в присутствии нитрита — это результат серии сложных биохимических реакций, которые требуют строгого контроля технологических условий проведения. Основным условием для получения яркой, интенсивной окраски является восстановление нитрита до оксида азота (NO). Этот процесс обычно происходит под действием редуцирующих агентов, присутствующих в мясе, таких как аскорбиновая кислота (витамин С) или ее соли, которые часто добавляют в рассол дополнительно. Оксид азота, образующийся в результате, реагирует с миоглобином — основным мышечным пигментом, ответственным за цвет свежего мяса. Миоглобин — это белок, содержащий гем (железосодержащую группу), который в свежем мясе придает ему пурпурно-красный оттенок. При взаимодействии с оксидом азота миоглобин превращается в нитрозомиоглобин, соединение, придающее мясу ярко-красный цвет.

Однако в процессе термической обработки (например, варки) нитрозомиоглобин претерпевает дальнейшие изменения. Он переходит в нитрозомиохромоген — стабильный пигмент красного цвета, который и определяет окончательный вид готовых мясопродуктов. Этот пигмент устойчив к нагреву и окислению, что делает его идеальным для сохранения привлекательного цвета в продуктах вроде ветчины или сосисок. Важно отметить, что избыток нитрита может привести к образованию вредных нитрозаминов (канцерогенных соединений), поэтому его количество строго регулируется (обычно не более 0,15 мг/кг в готовом продукте). В практике производства используются антиоксиданты и регуляторы pH, чтобы минимизировать риски.

Теперь перейдем к описанию проведенного исследования. Целью эксперимента было изучение возможности производства ветчины из баранины, Эксперимент проводился в двух рецептурных вариантах, с разным количеством вносимой добавки.

По первому варианту - в состав измельченного сырья (основного мясного фарша) вводили пищевую добавку «Протеит А» в количестве 6 кг на 100 кг сырья. «Протеит А» — это комплексная пищевая добавка, на основе протеинов животного или растительного происхождения, которая используется для улучшения связующих свойств фарша, повышения его влагосвязывающей способности и стабилизации структуры. Это помогает предотвратить отделение жира и влаги во время термической обработки, делая продукт более сочным и однородным. Добавка такого типа часто применяется в мясоперерабатывающей промышленности для повышения выхода готовой продукции и улучшения консистенции.

По второму варианту в рецептуру 30% баранины (основного сырья) заменили полужирной свининой с pH 5,6. Полужирная свинина — это мясо с умеренным содержанием жира (обычно 20–30%), что делает его более нежным и сочным по сравнению с постной бараниной. Значение pH 5,6 указывает на слегка кислую среду, что типично для свежего мяса и способствует лучшему взаимодействию с добавками. Такая замена позволяет разнообразить вкус продукта, добавив жирность и сладковатый оттенок, характерный для свинины, при этом сохраняя основу из баранины. Это может повысить привлекательность для потребителей, предпочитающих более мягкие текстуры [2].

Контролем служили образцы, изготовленные исключительно из одной баранины, без каких-либо добавок или замен. Это позволило сравнить эффективность модификаций и оценить базовые свойства продукта на основе чистого сырья.

Все исследуемые образцы (варианты 1, 2 и контроль) подвергались шприцеванию рассолом в количестве 30% от массы сырья. Шприцевание — это процесс инъекции рассола в мясо под давлением, который обеспечивает равномерное распределение соли и добавок по всему объему, способствуя лучшей пропитке и формированию вкуса. Состав рассола был следующим: 5% поваренной соли (NaCl), которая является основным консервантом и придает соленый вкус; 7,5 г нитрита натрия на 100 кг сырья (для образования цвета и консервации); и 6% препарата «Кармикс 4» — комплексной добавки, включающей:

- Крахмал Е 1400 (модифицированный крахмал, используемый как загуститель и стабилизатор для улучшения текстуры);
- Соевый протеин (для повышения питательной ценности и связывания влаги);
- Каррагинан Е 407 (растительный загуститель, извлекаемый из водорослей, для гелеобразования и стабилизации);
- Сахар (для баланса вкуса и легкой сладости);
- Фосфаты Е 450 и Е 451 (пищевые фосфаты, регулирующие pH и улучшающие водосвязывающую способность);
- Цитрат натрия Е 331 (регулятор кислотности, предотвращающий окисление и стабилизирующий цвет);
- Приправы (смесь специй для ароматизации);
- Желатин (для улучшения консистенции и связывания);
- Усилитель вкуса Е 621 (глутамат натрия, для усиления мясного вкуса);
- Антиоксидант Е 301 (аскорбат натрия, для предотвращения окисления жиров и стабилизации цвета).

После шприцевания все образцы выдерживали для созревания в течение 24 часов при температуре 2–4°C. Этот этап, позволяет рассолу равномерно распределиться, нитриту восстановиться до оксида азота и начаться формированию нитрозопигментов [3]. Низкая температура предотвращает рост бактерий и нежелательные ферментативные процессы, обеспечивая безопасность и качество продукта. По истечении этого времени образцы, подвергаются дальнейшей термической обработке.

Разработана экспертная методика оценки цветообразования для пищевых добавок и мясных продуктов. Она позволяет количественно оценивать цвет исследуемых объектов и его изменения под воздействием технологических факторов [1].

За оценкой реакции цветообразования можно проследить по изменению таких показателей, как содержание нитрозопигментов и остаточное содержание нитрита натрия (таблица).

Таблица - Изменение показателей окраски мяса в зависимости от технологической обработки сырья

Исследуемый образец	Содержание нитрозопигментов, %	Содержание остаточного нитрита натрия, %
Контроль	74,3+0,41	0,0027+0,22
Вариант 1	74,8+0,52	0,0025+0,41
Вариант 2	72,6+0,39	0,003+0,35

Этот эксперимент демонстрирует, как модификации рецептуры могут влиять на производство мясопродуктов, балансируя между традиционными методами и современными добавками для достижения оптимального качества. В реальном производстве такие исследования помогают оптимизировать процессы, снижая затраты и улучшая потребительские свойства.

В результате проведенных исследований, установлено, что в готовых ветчинных изделиях из баранины содержание нитрозопигментов практически не изменилось в связи с использованием многокомпонентной добавки, а замена части баранины свининой обозначило тенденцию к уменьшению содержания нитрозопигментов. Содержание остаточного нитрита во всех опытных образцах изменяется после тепловой обработки от в пределах от 0,0025 до 0,003 % что соответствует нормативным требованиям.

Таким образом, полученные данные дают основание считать, что повышение уровня нитрозопигментов коррелирует со снижающимся содержанием остаточного нитрита натрия. Изучение контрольных образцов и ветчинных изделий, изготовленных по первому варианту не показало достоверной разницы по их цвету, следовательно, применение, использованных в опыте, пищевых добавок, не оказывает влияние на процесс цветообразования.

В ветчинах, изготовленных по второму варианту, отмечено понижение содержания NO-пигментов относительно контроля на 1,7 % и, как следствие, это обусловило менее интенсивную окраску продукта. Известно, что по сравнению с другими видами мяса, в том числе с бараниной в свинине меньше красящих пигментов, и она поэтому создает менее приемлемые условия для цветообразования. В то же время, повышенное содержания остаточного нитрита, свидетельствует о снижении доступности миоглобина свинины для образования нитрозопигментов.

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Веретов, Л. А. Экспертная методика оценки цветообразования для пищевых добавок и мясной продукции / Л. А. Веретов // Мясная индустрия. – 2019. – № 4. – С. 46-49.
2. Туниева Е.К. К вопросу безопасности пищевых добавок / Е.К.Туниева // Все о мясе. – 2015. – № 4 С. 16-19.
3. Ежкова Г.О. Влияние фосфатных добавок на свойства мясного сырья с пониженными функционально-технологическими свойствами / Г.О. Ежкова, И.В.Кулагина, В.Я. Пономарев // Вестник технологического университета. – 2003. – Т. 1.- С. 23-25.

УДК 637.254.3

Ганичева Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С ПАСТИЛОЙ

Аннотация. В данной статье предложена современная технология производства полукопченых колбас с добавлением пастилы. Подробно рассмотрена аппаратурно-технологическая схема (АТС), отображающая последовательные операции и условия производства, начиная от подготовки сырья и заканчивая упаковкой готовой продукции. Особое внимание уделено ключевым этапам технологического процесса, таким как формирование состава, формование колбасных изделий, термическая обработка и последующее хранение. Предложенные режимы обеспечивают стабильное качество продукции и уникальные вкусовые характеристики благодаря введению оригинального компонента — пастилы.

Ключевые слова: технология, полукопченая колбаса, пастила, технологические режимы.

Технологии производства полукопченых колбас уделяют особое внимание качеству исходного мясного сырья. Вид используемого мясного сырья и его соотношение определяют конечные характеристики готового изделия, такие как текстура, вкус и сочность продукта [1].

Говядина придает фаршу плотность и насыщенность цвета, обеспечивая изделию характерную упругость. Свинина же способствует улучшению сочности и повышает пластичность фарша. Именно грамотное сочетание различных видов мяса — свинины, говядины и других компонентов — позволяет создать оптимально сбалансированный рубленый фарш, характеризующийся гармоничностью вкуса, идеальной структурой и консистенцией [2].

Создание сбалансированной рецептуры предполагает тщательный подбор ингредиентов, включая не только мясо, но и вспомогательные компоненты растительного происхождения, специи и пищевые добавки. Это обеспечивает продукт богатым содержанием необходимых питательных веществ и высокими органолептическими характеристиками [3].

Использование растительных добавок в составе колбасных изделий является одним из перспективных направлений. Применение пастилы в качестве натуральной пищевой добавки. Добавление пастилы позволяет снизить долю животного жира, уменьшить общую калорийность продукта и одновременно усилить его диетическую ценность.Кроме того, пастила представляет собой источник витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, обеспечивающих дополнительное обогащение колбасных изделий ценными биологически активными компонентами. Растительные волокна способствуют формированию структуры продукта, улучшая выход готовой продукции и сокращая затраты на закупку дорогостоящего мясного сырья [4].

Микробиологическая безопасность и качество полукопченых колбас зависит от оценки качественного состава, микробиологической безопасности и производится путем изучения изменений влажности, содержания жиров, белков и воздействия добавления пастилы на структурообразование, органолептические характеристики готовых изделий. Особое внимание уделяется таким показателям, как общее количество бактерий, наличие микроорганизмов группы кишечной палочки, потенциально опасных патогенов (Staphylococcusaureus, Salmonella) [5].

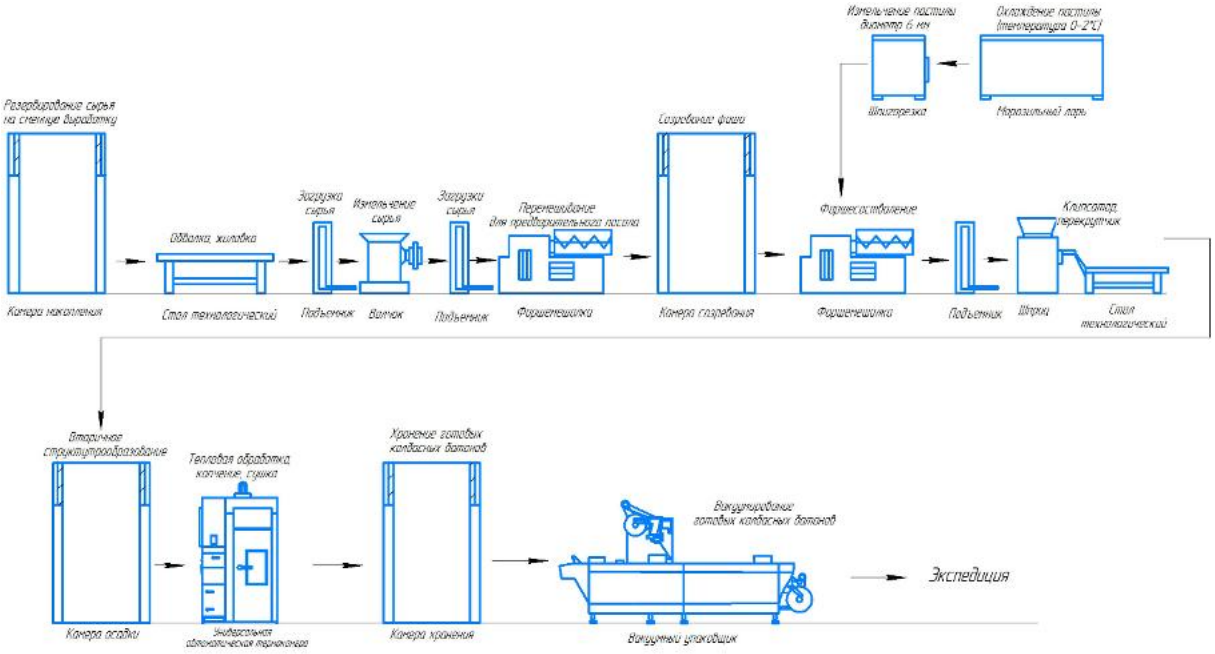


Рис. – Аппаратурно-технологическая схема производства полукопченой колбасы с добавлением пастилы

Мы считаем,что использование качественных мясных и растительных компонентов в сочетании с передовыми технологиями обработки и строгими санитарно-гигиеническими нормами позволяют создавать высококлассные продукты питания, удовлетворяющие требованиям потребителей и соответствующие современным стандартам пищевой промышленности. В связи с этим нами в условиях кафедры технологии мясных и молочных продуктов МарГУ разработана технология полукопченых колбас, которая представлена на рисунке в виде аппаратурно-технологической схемы.

На производство мясо поступает в охлажденном или размороженном в виде полутуш (говядина) и тушах (свинина). Далее происходит подготовка мясного сырья, разделка (расчленение туш или полутуш на более мелкие отрубы); обвалка (отделение мышечной, жировой и соединительной тканей от костей) и жиловка (нарезка мяса на куски массой до 200-300 г).

Параллельно подготавливают не мясное сырье, пряности, воду и другие материалы взвешивают на электронных весах (марки OHAUS NVT3201/2) в соответствии с рецептурой.

Подготовка мясного сырья к производству колбас начинается с предварительного измельчения. Используют специальные устройства — волчки (модель ЛПК-1000В). Волчок оборудован решеткой с диаметром отверстий 16–25 мм, что соответствует оптимальной величине частиц фарша.

Измельчённую массу смешивают с нитритно-посолочной смесью, состоящей из соли, сахара и нитрита натрия (не более 30% от рецептуры). Перемешивание осуществляется в специально предназначенной фаршемешалке (марки К7-ФМУ-335), позволяющей обеспечить равномерное распределение компонентов. Подготовленный фарш переносят в контейнеры (тележку-чан), которые размещают в камере созревания. Камера созревания поддерживает стабильную температуру от 2 до плюс 4 °С и влажностный режим около 85%, что обеспечивает необходимые условия для протекания биохимических процессов в фарше, связанных с образованием специфических вкусов и закреплением окраса продукта. Продолжительность предварительного посола фарша составляет до 48 часов, что способствует формированию нужных физических и химических свойств фарша.

Важной частью технологии является введение натурального растительного ингредиента — пастилы. Сначала пастилу замораживают при низкой температуре минус 30 °С в морозильной камере промышленного назначения (марки Frostor F600S). Заморозка длится два часа, после чего продукт режут на мелкие частицы размером порядка 6×6 мм с помощью специального оборудования — шпигорезки (марки Softfoodslic R Capacity 120).

Основное производство начинается с замешивания мясного сырья в фаршемешалке (марка К7-ФМУ-335). Фарш тщательно перемешивают с оставшимся по рецептуре (70%) солью, специями и нитритно-посолочной смесью в течение 5–7 минут, создавая однородную массу необходимой вязкости. После этого вводится подготовленная пастила, которую дополнительно перемешивают в течение трёх минут до получения совершенно однородной консистенции. Всего процесс занимает 8–10 минут, при этом важно контролировать температуру фарша, которая не должна подниматься выше плюс 12 °С, чтобы избежать возможных негативных последствий.

Готовая колбасная масса наполняется в белкозиновые с помощью автоматического вакуумного шприца (марки ИПКС-047МП). Заполняют оболочку аккуратно и равномерно, чтобы исключить воздушные карманы и неравномерность заполнения. Колбасные батоны завязывают специальным шпагатом, формируя удобную упаковку и предотвращая утечку фарша, их оставляют на некоторое время (до 2 часов) при температуре плюс 8 °С для стабилизации внутреннего давления и дополнительной акклиматизации.

Заготовленные батоны подвешивают в климатической камере для процесса осадки. Здесь продукт находится при температуре от 0 до плюс 4 °С и высокой влажности воздуха в течение 24 часов. За этот период батоны приобретают ровную форму, структура фарша уплотняется, уменьшается вероятность деформации оболочки, появляется необходимая суховатая корочка на поверхности, и улучшаются качественные свойства продукта.

Подготовленные батоны поступают в универсальную термокамеру (марки VARMEN UTM.500), где последовательно проходят все оставшиеся этапы: подсушка, обжарка, охлаждение, копчение и сушка. Подсушка - батоны нагревают при температуре от 50 до плюс 60 °С в течение 20–60 минут в зависимости от размера батонов. Цель этапа — удаление избыточной влаги и начало формирования устойчивых форм. Следующая стадия — обжарка батонов при температуре плюс 90–100 °С в течение 60–90 минут. Происходит окрашивание поверхности, приобретение типичного красновато-золотистого цвета и уплотнение внешней части колбасного батона. Третий этап — варка она осуществляется при температуре плюс 80–85 °С в течение 40–80 минут, пока внутренняя температура в центре батона достигает плюс 70–72 °С. Это завершающий этап, гарантирующий полную готовность продукта и его стерильность. После завершения варки колбасные батоны немедленно охлаждают до температуры менее плюс 20 °С в этой же термокамере. Длительность охлаждения составляет 2–3 часа, после чего приступают к следующему важному этапу — копчению. Процесс копчения длится от 12 до 24 часов при температуре плюс 40–50 °С. Копчение придаёт колбасам характерные аромат и цвет, а также формирует защитные барьеры против бактериальной активности. Заключительный этап производства — сушка колбасных батонов при температуре около плюс 11 °С и относительной влажности 76–78% в течение одного-двух дней. За это время окончательно формируется внешняя пленка, исчезает лишняя влага, улучшается консистенция продукта и продлевается срок годности.

Представленная технология производства полукопченых колбас с добавлением пастилы обеспечивает создание продукта с уникальными органолептическими качествами и повышенной биологической ценностью. Грамотный выбор и подготовка мясного сырья, точный подбор рецептурных составляющих, современные методы механической и термической обработки, а также инновационные подходы к созданию рецептуры с использованием пастилы позволили достичь стабильно высокого качества выпускаемой продукции.

Научный руководитель – Царегородцева Е.В., к. с.-х. н., доцент

Список литературы

1. Царегородцева Е.В. Комплексная экспертиза мяса: товароведные, микробиологические и физические методы / Е.В. Царегородцева //Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов IV международной научно-практической конференции, 27-28 марта 2025 г. В 4 ч. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2025. – Ч. 4. – С. 179-184.
2. Царегородцева Е.В. Влияние вида мясного сырья на качество мясорастительных фаршей / Е.В. Царегородцева, А.В. Лебедева// Актуальные вопросы совершенствования технологии проивзодства и переработки продукции сельского хозяйства, 2020.-№22.-С.133-136.
3. Царегородцева, Е.В. Опыт создания сбалансированных рубленых фаршей/ Е.В. Царегородцева// Все о мясе, 2020. - №55. – С. 392-396.
4. Савинкова Е.А. Растительные добавки как натуральные добавки в мясных продуктах / Е.А. Савинкова, А.С. Грухина // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов IV международной научно-практической конференции. Брянск, 2025. С. 147-150.
5. Царегородцева Е.В. Оценка состава и микробиологической безопасности мясных изделий / Е.В. Царегородцева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции / Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С. 276-280

УДК 637.254.3:664.858

Ганичева Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ ФРУКТОВО-ПАСТИЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки рецептуры и технологии производства полукопчёной колбасы с добавлением пастилы. Детально описаны преимущества включения пастилы в состав продукта, приведены рекомендации по выбору оптимального соотношения основных ингредиентов и разработан подробный технологический процесс с наглядной блок-схемой. Приведен состав ингредиентов, необходимых для воспроизведения данной рецептуры, что позволит производственным предприятиям быстро адаптироваться к новым технологическим решениям и предложить рынку уникальный продукт с широким спектром положительных характеристик.

Ключевые слова: технология, рецептура, пастила, полукопченая колбаса.

Использование растительных компонентов, таких как пастила, представляет собой инновационный подход к созданию колбасных изделий. Добавление пастилы не только улучшает вкус и структуру продукта, но также значительно увеличивает содержание витаминов, минералов и клетчатки, одновременно уменьшая уровень жиров и калорий. Благодаря этому такая колбаса становится более полезной и подходит даже для тех, кто следит за своим питанием. Более того, введение растительных ингредиентов помогает повысить выход готовой продукции, способствуя рациональному использованию ресурсов [1].

Включение пастилы в состав колбас повышает пищевую ценность продукции. Подобные меры способствуют формированию полезных свойств продукта, что отражает современный тренд на здоровое питание. Новый подход подразумевает увеличение доли овощей и фруктов в рационе, что находит своё отражение и в создании новых рецептов колбасных изделий [2].

Научные изыскания в области вкуса, авторы приводят доказательства важности научно обоснованного регулирования вкуса колбасных изделий. Так, китайские специалисты ЮаньхунЧжан, ДефэнЦзэн провели экспериментальные исследования, показавшие, что использование естественных экстрактов, таких как дрожжевые экстракты и гидролизаты белков, заметно усиливает восприятие солёности для колбас. Это открытие позволило сократить количество добавляемой соли примерно на 25–30% без ухудшения вкуса [3].

Технические аспекты производства отмечается тем,что польза использования диоксида кремния как эффективного стабилизатора структуры и влагоудерживающего агента. Это решение позволяет улучшить консистенцию фарша, предотвратить дефекты (например, комкообразование), сохранить полезные микроэлементы и улучшить товарный вид продукта. Данный подход важен для обеспечения длительного хранения колбасных изделий без потери качества [4].

Последние исследования технологов и ученых демонстрируют важные тенденции в развитии рецептур и технологий производства полукопчёных колбас, направленные на повышение их питательности, вкусовых качеств и экологической чистоты.

В условиях лаборатории кафедры мясных и молочных продуктов МарГУ нами была разработана специализированная рецептура для производства полукопчёной колбасы с добавлением

пастильных ингредиентов. Эта рецептура представлена в таблице, наглядно демонстрируя необходимые пропорции каждого компонента, участвующего в процессе приготовления уникального продукта.

Таблица −Рецептура полукопченой колбасы с добавлением пастилы

Наименование сырья, пряностей, материалов	Норма в кг, на 100 кг сырья
Говядина жилованная (1 сорта)	35,0
Свинина жилованная(полужирная)	52,5
Яблочная пастила	12,5
ИТОГО сырья	100
Соль нитритная	2,2
Сахар-песок	0,1
Перец черный	0,1
Кориандр	0,07
Орех мускатный	0,05
Кардамон	0,03

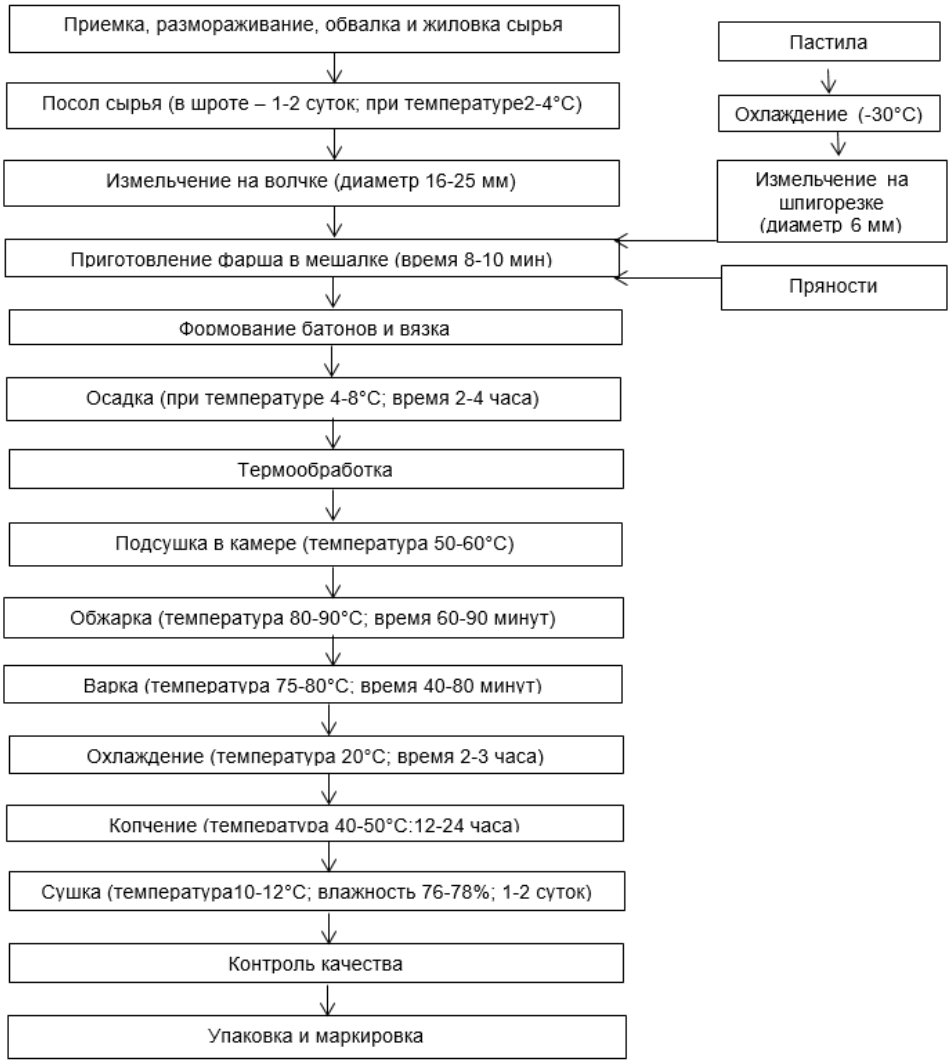


Рис. – Блок-схема производства полукопченой колбасы с добавлением пастилы

Новая рецептура полукопчёной колбасы, включающая натуральные ингредиенты — говядину, свинину и яблочную пастилу. Мясо предварительно проходит подготовку, включая обработку на специальном оборудовании, измельчение и посол с нитритно-посолочной смесью. Важным этапом является предварительное созревание фарша при низких температурах плюс 2-4°С, которое

способствует улучшению вкуса и аромата продукта. Принципиальная технологическая схема производства колбасы представлена на рисункев виде блок-схемы.

Исходное сырье поступает на предприятие в виде полутуш говядины и целых туш свинины в охлаждённом или размороженном виде. Первичная переработка мяса включает разделку, обвалку и жиловку, результатом которых являются стандартные мясные заготовки массой до 200—300 грамм.

При подготовке мясного сырья оно подвергается предварительной обработке посредством механического измельчения с использованием профессионального оборудования — волчка. Образовавшуюся мясную массу смешивают с заранее приготовленной нитритно-посолочной смесью в специальной фаршемешалке, что обеспечивает полное и равномерное распределение всех компонентов смеси.

Затем подготовленную массу отправляют в камеры созревания, где поддерживают стабильную температуру от 2 до плюс 4°С и высокую влажность воздуха 85% в течение 48 часов. Эти условия благоприятствуют протеканию необходимых биохимических реакций, повышающих вкусовые и ароматические характеристики будущего продукта.

Для повышения вкусовых качеств и придания уникальных характеристик используется натуральный компонент — замороженная пастила, вводимая в готовый фарш непосредственно перед наполнением оболочек она замораживается при минус 30°С, нарезается на кусочки размером 6×6 мм в шпигорезке, а после добавляется в подготовленный фарш, который тщательно перемешивается до однородности в фаршемешалке. Дальнейшие этапы включают заполнение фаршем белкозиновых оболочек при помощи вакуумного шприца, перевязывают батоны шпагатом и отправляютна осадку при температуре от 0 плюс 4°С и влажности 85% в течение 24 часов.

Термические этапы включают подсушку, обжарку, варку и охлаждение до температуры менее плюс 20°С в течение 2–3 часов. Окончательно колбаса коптится при температуре от 40 до плюс 50°С в течение 12–24 часов и высушивается при температуре плюс 11°С и влажности 76–78% в течение 1–2 дней, что обеспечивает гладкую поверхность, сохранение плотности и длительный срок хранения.

После прохождения всех технологических циклов готовые колбасные изделия проходят обязательный контроль качества, который обеспечивает безопасность продукта для потребителя и соблюдение требований нормативных документов. Окончательная упаковка осуществляется в эстетичные и надежные упаковочные материалы, обеспечивающие защиту продукта от механических повреждений и влияния окружающей среды. Дополнительно наносится четкая и информативная маркировка, отражающая полный перечень сведений о составе, производителе, сроках годности и рекомендациях по хранению.

Этапы технологического цикла обеспечивают формирование качественной плотной структуры и устойчивости внешнего вида продукта, обеспечивая стабильность сроков хранения и привлекательные органолептические характеристики. Разработанная технология позволяет производить высококачественный продукт, обогащённый натуральными ингредиентами, что повышает биологическую ценность конечного продукта и привлекательность для потребителя.

Разработанная рецептура и технология производства полукопчёной колбасы с использованием фруктово-пастильных ингредиентов представляют собой перспективное направление развития мясоперерабатывающей промышленности. Внедрение натуральных продуктов растительного происхождения, таких как пастила, обеспечивает получение функционально значимого продукта, обладающего улучшенными органолептическими характеристиками, повышенной биологической ценностью и привлекательным внешним видом. Технология учитывает современные требования рынка здорового питания, позволяя создавать конкурентоспособные изделия, удовлетворяющие потребности современных потребителей в качественных продуктах с высокой пищевой ценностью.

Применение инновационных решений, таких как использование природных консервантов и структурообразователей, гарантирует сохранность полезных веществ и стабильное качество готового продукта в течение продолжительного срока реализации. Предложенная рецептура открывает новые возможности для предприятий мясоперерабатывающего сектора и создают основу для дальнейшего совершенствования ассортимента полукопченых колбас.

Научный руководитель – Царегородцева Е.В., к. с.-х .н., доцент

Список литературы

1. Савинкова Е.А. Растительные добавки как натуральные добавки в мясных продуктах / Е.А. Савинкова, А.С. Грухина // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов IV международной научно-практической конференции. Брянск, 2025. С. 147-150.

2. Рябичева А.Е. Проектирование технологической линии по производству полукопченых изделий с усовершенствованием технологии производства / А.Е. Рябичева, В.А.Стрельцов, А.Н. Гулаков, Е.А. Лемеш // В сборнике: актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почетного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора А. А. Ткачева. 2018. С. 129-133

3. Yuanhong Zhang Effect of myofibrillar protein structure changes mediated by NaCl on the binding capacity of volatile compounds in Cantonese sausage / Yuanhong Zhang, Defeng Zeng, Shihong Cai, Qiaoyu Liu, Xin Hu, Hui Peng. // Food Chemistry, Part 3, November 2025 - Volume 493 – https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145921
3. Гулаков А.Н. Пищевая добавка "диоксида кремния" в производстве полукопченых колбасных изделий / А.Н. Гулаков, Е.А. Лемеш // В сборнике: Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства. Сборник научных работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. Брянск, 2023. С. 344-348.

УДК 664.934.4

Федотова М.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НОВОГО ВИДА ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА

Аннотация. В статье представлены результаты исследования микробиологической безопасности нового вида паштета, разработанного на основе куриного филе и куриной печени с внесением функциональной добавки-тыквенного масла. Изучалось влияние рецептурного компонента на динамику изменения микробиологических показателей (КМАФАнМ, количество бактерий группы кишечной палочки, *Salmonella spp., Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*) в процессе хранения при температуре 4±2℃. Установлено что образец с добавлением 3% тыквенного масла демонстрирует более высокую микробиологическую стабильность по сравнению с контрольными образцом, что позволяет рекомендовать данную добавку в качестве фактора, повышающего безопасность и сроки годности продукта.

Ключевые слова: паштет, куриное филе, куриная печень, тыквенное масло, микробиологическая безопасность, срок хранения.

Паштеты являются популярными мясным продуктами. Востребованными потребителями за их вкусовые качества, нежную консистенцию и удобство употребления. Они представляют собой многокомпонентные продукты, в состав которых часто входит мясное сырье (печень, мясо), жиры, овощи, специи. Использование куриного филе и куриной печени позволяет получить продукт с высокой пищевой ценностью, обогащенный легкоусвояемым белком, витаминами группы В, железом и другими микроэлементами. Добавление тыквенного масла, известного своими уникальным жирнокислотным составом и высоким содержанием антиоксидантов (токоферолы, каротинодов) [1], может улучшать не только пищевую ценность, но и органолептические свойства продукта, а также потенциально влиять на его стабильность.

Однако, как и любые продукты с высоким содержанием влаги и белка, паштеты представляют собой благоприятною среду для развития микроорганизмов, что делает микробиологическую безопасность первостепенной. Особенно это касается продуктов из мяса птицы, которые традиционно ассоциируются с риском контаминации с патогенами *Salmonella spp. и campylobacter spp* [2]. Кроме того, после тепловой обработки, при хранении охлажденных паштетов, особую роль представляет *Listeria monocytogenes,* способная развиваться при низких температурах [3]. Ненадлежащая гигиена производства, недостаточная термическая обработка или нарушения условий хранения могут привести к росту патогенных микроорганизмов, что влияет за собой риск пищевых отравлений.

Целью данного исследования является оценка микробиологической безопасности паштета, разработанного на основе куриного филе и куриной печени с добавлением тыквенного масла, на всех критических контрольных точках производства и в процессе хранения для подтверждения соответствия установленным норматива.

Для приготовления паштета использовалось охлажденная куриное грудка с кожей, охлажденная куриная печень, тыквенное масло холодного отжима, специи и бульон после варки куриного филе. Технологический процесс включает следующие этапы:

Подготовка сырья: куриную грудку очистили от кожи и кости, промыли и обсушили. Куриную печень очистили от желчных протоков.

Тепловая обработка мясного сырья проводилась путем отваривания до достижения внутренней температуры не менее 72℃.

Отваренное филе и печень пропускалось через мясорубку и блендер с добавлением бульона после варки куриного филе для получения однородной кремообразной консистенции. На этом этапе добавлялись специи и тыквенное масло.

Готовый паштет охладили до 6℃, и упаковали в стерильные пластиковые контейнеры с модифицированной газовой средой МГС 70. Продукт хранился в холодильной камере при температуре 4±2℃ в течении 10 суток.

Для проведения микробиологического исследования отбирались пробы: сырье (куриное филе, куриная печень) для оценки исходной контаминации.

Полуфабрикат после тепловой обработки (до добавления тыквенного масла) для оценки эффективности термообработки.

Готовый продукт (сразу после фасовки, на 3, 7 и 10 суток хранения).

Определялись следующие микробиологические показатели согласно стандартам методикам КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов): ГОСТ 10444.15-94. БГКП (бактерии группы кишечной палочки, колиформы):ГОСТ 31747-2012. *Staphylococcus aureus* ГОСТ 31659-2012

Таблица 1-Результаты микробиологической контаминации сырья

Наименование сырья	Результаты исследований
Сырье до термообработки	
Куриное филе	КМАФАнМ до 10^5 КОЕ/г БГКП в 0.1 г *Salmonella spp* отсутствовали в 25 г. *Listeria* отсутствовали в 25 г.
Куриная печень	КМАФАнМ до 10^6 КОЕ/г БГКП в 0.1 г *Salmonella spp* отсутствовали в 25 г. *Listeria* отсутствовали в 25 г.
Сырье после термообработки	
Куриное филе	КМАФАнМ ДО 10^2 КОЕ/г, БГКП, *Salmonella staphylococcus aureus u listeria monocytogenes* отсутствовали в навесках 1.0 г и 25 г
Куриная печень	

Результаты до термообработки соответствуют обычным уровням контаминации свежего птичьего сырья.

После тепловой обработки (отваривание) куриного филе и печени до 72℃ показал значительное снижение микробиологической обсемененности. Это подтверждает эффективность выбранного режима тепловой обработки для уничтожения вегетативных форм патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

Микробиологические показатели готового паштета в процессе хранения показаны в таблице 2.

Таблица 2- Динамика микробиологических показателей паштета в процессе хранения

Показатель	Хранение 0 сут	Хранение 3 суток.	Хранение 7 суток.	Хранение 10 суток.	Норматив ТР/ТС 021/2011 для паштетов
КМАФАнМ КОЕ/г	$<10^2$	$4.5*10^2$	$2.1*10^3$	$8.7*10^3$	Не более 10^4
БГКП	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускается
Staphylococcus aureus в 1.0 г	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускается
Salmonella spp в 25г	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускается
Listeria monocytogenes в 25 г	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускается

Как видно из таблицы 2 в течении срока хранения (10 суток) при температуре 4±2℃ патогенные микроорганизмы (*salmonella spp, listeria monocytogenes, staphylococcus aureus*) и бактерии группы кишечной палочки не были обнаружены в паштете. Количество КМАФАнМ постепенно возрастало что является естественным процессом для охлажденных пищевых продуктов. Однако даже на 10-е сутки хранения показатель КМАФАнМ $8.7*10^3$ КОЕ/г оставался ниже допустимого норматива 10^4 КОЕ /г установленного для паштетов.

Результаты исследования подтверждают, что микробиологическая безопасность паштета из куриного филе и печени с тыквенным маслом обеспечивается за счет строгого соблюдения

технологического регламента, прежде всего – адекватной тепловой обработки и последующего быстрого охлаждения. Эффективность режима термообработки (до 72°С в центре продукта) была ключевым фактором для элиминации вегетативных форм потенциальных патогенов, которые могли присутствовать в сырье, таких как *Salmonella spp*. и *Staphylococcus aureus*. Отсутствие БГКП и *S. Aureus* на протяжении всего срока хранения также свидетельствует о высоком уровне гигиены на производстве и правильной упаковке.

Низкие температуры хранения (4±2°С) и упаковка в МГС способствовали замедлению роста КМАФАнМ. Углекислый газ, входящий в состав МГС, известен своими бактериостатическими свойствами, особенно в отношении грамотрицательных аэробных бактерий, которые являются основными агентами порчи мясных продуктов [4]. Это позволило поддерживать КМАФАнМ ниже пороговых значений в течение всего заявленного срока годности.

Особое внимание уделялось контролю *Listeria monocytogenes*, поскольку охлажденные готовые к употреблению мясные продукты являются известным источником листериоза. Отсутствие этого патогена в течение всего периода хранения является критически важным показателем безопасности и указывает на эффективное применение принципов HACCP, включая строгий контроль сырья, санитарно-гигиенического режима на всех этапах производства и предотвращение вторичной контаминации после термообработки.

Добавление тыквенного масла, хотя и не являлось прямым антимикробным фактором, как показали результаты, внесло вклад в качество продукта. Его антиоксидантные свойства могли способствовать замедлению окислительных процессов, что важно для сохранения органолептических характеристик и предотвращения прогорклости, косвенно влияя на общее восприятие свежести продукта [1]. Высокая активность воды (Aw) паштета подтверждает необходимость строжайшего соблюдения температурного режима хранения, поскольку этот фактор не может служить барьером для микробиологического роста.

В целом, разработанный паштет продемонстрировал высокий уровень микробиологической безопасности, соответствующий требованиям технических регламентов и санитарных норм.

Проведенное исследование показало, что паштет из куриного филе с добавлением куриной печени и тыквенного масла, при условии соблюдения разработанного технологического регламента, эффективной тепловой обработки, быстрого охлаждения, надлежащей гигиены производства и хранения в условиях модифицированной газовой среды при температуре 4±2°С, является микробиологически безопасным продуктом. В течение 10 суток хранения патогенные микроорганизмы (*Salmonella spp., Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*) и бактерии группы кишечной палочки не были обнаружены, а количество КМАФАнМ не превышало установленных нормативов. Использование тыквенного масла не ухудшало микробиологическую стабильность продукта и способствовало повышению его пищевой ценности.

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Куницына А.С., Мельникова Е.В. Исследование свойств тыквенного масла и его применение в пищевой промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 2. – С. 175-177.
2. Bryan, F. L., Doyle, M. P. Health risks of foodborne listeriosis. – Washington, D.C.: National Academy Press, 1999. – 208 p.
3. Bell, C., Kyriakides, A. Listeria: A Practical Approach to the Organism and Its Control in Foods. – Oxford: Blackwell Science, 2005. – 304 p.
4. Church, I. J. The effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of chilled foods // Food Control. – 1994. – Vol. 5, No. 3. – P. 139-147.
5. Гречишкина Е.В., Котенкова Е.В. Микробиологические показатели безопасности мясных полуфабрикатов и готовых изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5-6. – С. 13-16.
6. Родионова Л.М., Бараков А.В. Разработка технологии паштетов из печени птицы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 96-98.

УДК 637.072

Федотова М.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические аспекты производства паштетов на основе мяса птицы и субпродуктов (печень) и добавление растительных компонентов.

Изучение влияния добавления натуральных растительных масел на органолептические характеристики, питательную ценность и стабильность готового продукта. Результаты могут быть использованы для создания продуктов с улучшенными потребительскими и функциональными свойствами.

Ключевые слова: паштет, куриная печень, тыквенное масло, куриное филе.

В современном мире пищевая промышленность ориентирована на создание продуктов, сочетающих в себе высокие вкусовые качества, пищевую ценность и удобство потребления. Паштеты, как готовые к употреблению продукты с высокой питательную ценностью и длительным сроком хранения, пользуются устойчивым спросом и у потребителей. Традиционно паштеты изготавливаются из различных видов мяса, печени и других субпродуктов. Однако в последние годы наблюдаются тенденция к расширению ассортимента и разработке новых видов паштетов, учитывающих современные представления о здоровом питании и предпочтения потребителей.

Паштет- это блюдо, представляющее собой перемолотую и, как правило термически обработанную смесь мяса, овощей, грибов и других компонентов, часто с добавлением жира и специй. Отличается нежной консистенцией и насыщенным вкусом. Паштет может быть как самостоятельным блюдом, так и использоваться в качестве намазки для хлеба, начинки для тарталеток и других закусок. [2]

В нашем случае, основным компонентом паштета будет служить куриное мясо. Мясо курицы одно из самых популярных и доступных видов мяса. Куриное мясо является источником белка, витаминов группы В, минералов, что помогает человеку в поддержании здоровья. Так в мясе курицы содержится мало жира, поэтому данное сырье является диетическим, и рекомендовано для всех групп населения. [3]

Куриная печень в паштете придает блюду нежную текстуру и сочность. Печень субпродукт, обладающий высокой пищевой ценностью и относительно невысокой стоимостью. Куриная печень является одним из самых питательных продуктов, богатых белками, железом, витаминами группы В и цинком. Однако её качество напрямую зависит от происхождения, обработки и хранения. [2]

Тыквенное масло- растительное масло, получаемое из семян тыквы. [6] Обладает насыщенным вкусом уникальным ароматов, а также является ценным источником питательных веществ. Содержит в себе необходимые омега-3, омега-6 жирные кислоты. Тыквенное масло обладает насыщенным ореховым вкусом и ароматом, который придает паштету более изысканный и интересный вкус. Также добавления масла придает текстуре паштета нежную кремообразную текстуру. Благодаря антиоксидантам в своем составе может замедлить процессы окисления и увеличить срок годности паштета. [1]

Целью работы является оценка органолептических свойств паштета из куриного филе с добавлением куриной печени и тыквенного масла.

Исследования проводились в лаборатории технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения кафедры «Технологии мясных и молочных продуктов» ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Сырьем для модельного паштета послужила грудка куриная на кости, куриная печень и тыквенное масло. Паштет готовился из вареного филе и куриной печени измельченного сначала в мясорубке потом погружным блендером для получения однородной массы и консистенции. В массу после измельчения было добавлены приправы паприка копченая, молотый перец и соль и тыквенное масло. И для сравнения был взят паштет, изготовленный по классической технологии. В таблице 1 представлена рецептура двух образцов паштета.

Таблица 1- Рецептура паштета

Сырье и материалы	Масса нетто г,	
	Образец А	Образец Б
Вареное куриное мясо	45	40
Печень куриная	25	35
Подсолнечное масло	15	-
Лук	0,05	-
Молочной белок	0,2	-
Куриный жир	0,1	-
Обезжиренное молоко	0,2	-
Картофельный крахмал	0,5	-
Обезжиренная соевая мука	0,5	-
Специи и экстракты специи	0,5	-
Тыквенное масло	-	0,5
Бульон куриный	-	0,5
Соль	2,5	

Паприка	1,0	0,5
Перец черный молотый	1,5	0,5
Итого:	100	100

В мясной промышленности органолептические показатели качества определяются согласно ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия» .[5]

Внешний вид. Однородная консистенция

Цвет. Светло коричневый.

Запах. В меру соленый имеет ореховый запах без посторонних примесей.

Вкусовые свойства. Паштет продемонстрировал сбалансированный вкус, где нежный вкус курицы дополняется легкой горчинкой печени и ореховым послевкусием тыквенного масла. Органолептические характеристики оценивались с использованием метода сенсорной оценки. В таблице 2 учтены основные показатели (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция), средние баллы пяти дегустаторов и итоговая сумма баллов. Система оценки от 1 до 5 баллов (1-очень плохо, 5-отлично)

Таблица 2. – Оценка паштета из куриного филе с добавлением куриной печени и тыквенного масла.

Показатель	Образец А (магазинный)	Образец Б
Внешний вид (поверхность, оформление)	4,8 (ровная поверхность, характерная для промышленного производства)	4,6 (небольшая неровность среза, видны мелкие вкрапления масла)
Цвет (однородность, оттенок)	4,6 (равномерный, светло-коричневый, типичный для куриного паштета	5,0 (приятный, более насыщенный янтарно-золотистый оттенок за счет тыквенного масла)
Запах (аромат)	4,4 (чистый, куриный, с легким оттенком печени и специй)	4,8 (выраженный аромат печени с тонкой ореховой нотой тыквенного масла)
Вкус	4,2 (нежный, слегка пресный, чувствуется умеренно соленый)	5,0 (насыщенный, сбалансированный, пикантный, масло придает приятное послевкусие)
консистенция	4,8 (очень нежная пастообразная, однородная, пластичная	4,6 (мягкая, мажущаяся, но чуть более плотная/ зернистая)
Итоговая оценка	22,8/25	24,0/25

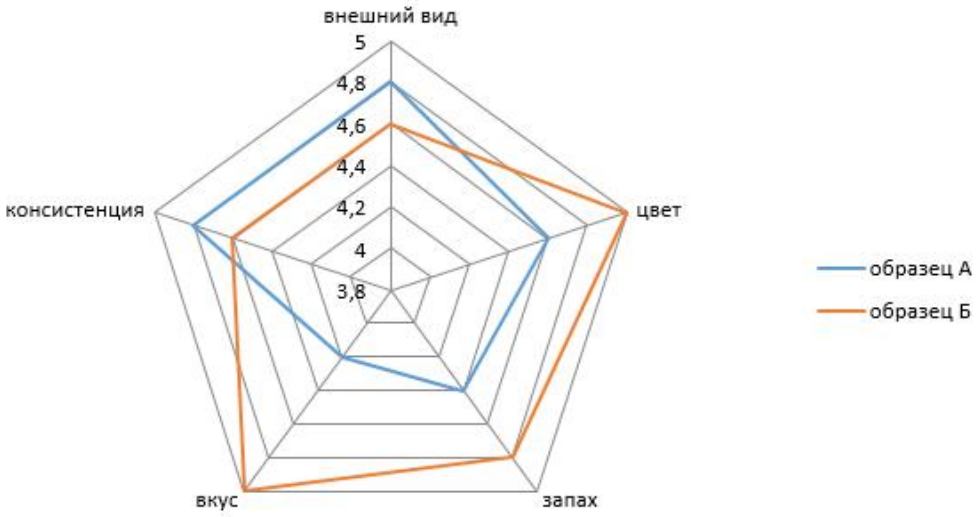


Рисунок – диаграмма органолептической оценки паштета из куриного филе с добавлением куриной печени и тыквенного масла

Добавление тыквенного масла приводит к нескольким заметным изменениям органолептических характеристик готового продукта:

1. Текстура – повышается гладкость и эластичность, что может быть связано с высоким содержанием ореховых жиров, характерным для тыквенного масла.
2. Аромат и вкус – появление фруктовых нот (тыквенный аромат, фруктовый вкус) не только добавляет новизну, но и смягчает традиционный сильный куриный запах.
3. Послевкусие – более длительное и приятное, что повышает общую оценку продукта.
4. Общее впечатление – статистически значимое улучшение, что подтверждает потенциал тыквенного масла как функционального ингредиента в паштетах.

Сравнение с базовым рецептом демонстрирует, что тыквенное масло не только сохраняет основные качества паштета, но и улучшает его органолептические характеристики, не ухудшая питательную ценность. Эти изменения способствуют повышению общего впечатления дегустаторов, что делает продукт более привлекательным для потребителей. Результаты могут быть использованы при разработке новых рецептов и при проведении маркетинговых исследований в пищевой отрасли

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Abdul Rohman, Irnawati Irnawati Pumpkin (Cucurbita maxima) seed oil: chemical composition, antioxidant activities and its authentication analysis // Food Research December 2019 4(3):578-584 DOI:10.26656/fr.2017.4(3).242.
2. Данильчук Т. Н. Создание мясных продуктов повышенной биологической ценности с использованием куриной печени и орехового жома/ Т.Н. Данильчук. Ю.Г Ефремова, И.А. Барковская.- Текст: непосредственный// Health, Food & Biotechnology.-2019.-№2(том 1). Научный журнал
3.Гастрономъ [Электронный ресурс]. https://www.gastronom.ru/text/kak-prigotovit-nezhnyy- pashtet-kak-ego-hranit-i-mozhno-li-zamorazhivat-1014661(03.03.2025).
4.Масла растительные и продукты [Электронный ресурс]: ГОСТ 30623-2018
5."Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия" [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 55334-2012
6.Сулейменова, Р. А. Роль и польза куриного мяса в питании человека / Р. А. Сулейменова, И. Е. Калдыбай, Э. К. Окусханова, Ф. Х. Смольникова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 2 (136). — С. 252-257.Научный журнал

УДК 637.344

Федотова М.В.
Марийский государственный университет г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ТЫКВЕННОГО МАСЛА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С КУРИНОЙ ПЕЧЕНЬЮ

Аннотация. Целью исследование является влияния тыквенного масла на реологические свойства паштета из куриного филе с добавлением куриной печени. В качестве объекта исследования служили образцы паштета с различной массовой долей нерафинированного тыквенного масла: 0% (контроль), 3%, 5% и 7%. Результаты исследования позволяют целенаправленно модифицировать структуру и консистенцию паштета за счет введения функциональной растительной добавки.

Ключевые слова: реология, паштет, куриное филе, куриная печень, тыквенное масло, консистенция, твердость, пластичность.

Реологические свойства являются одними из ключевых критериев качества паштетных изделий, непосредственно определяющими их потребительские характеристики, такие как мажущаяся способность, нежность, однородность и ощущение во рту. Консистенция паштетов формируется под влиянием сложных взаимодействий между белками, жирами, влагой и другими компонентами рецептуры. В данном исследование использовали метод определения сдвиговых структурно-механических свойств готовой продукции на коническом пластомере Воларовича, на адгезию и когезия. Установлено, что добавление тыквенного масла оказывает статистически значимое влияние на все исследуемые параметры. Масло, выступая пластификатором липидно-белковой системы, снижает твердость и модуль упругости, увеличивает адгезивность и пластичность продукта.

Традиционные рецептуры паштетов из птицы и печени часто требуют использования значительного количества животного жира или масла для достижения оптимальной пластичности. Включение в рецептуру растительных масел, в частности тыквенного, представляет интерес не только с точки зрения обогащения продукта биологически активными веществами (токоферолы,

фитостерины, полиненасыщенные жирные кислоты), но и как технологический приём для управления реологическими характеристиками.

Тыквенное масло, благодаря своему уникальному жирнокислотному составу и наличию полярных компонентов, может существенно влиять на структуру белковой матрицы, дисперсность жировой фазы и, как следствие, на механические свойства конечного продукта. Однако систематических данных о его влиянии на реологический профиль паштетов на основе куриного мяса и печени в литературе недостаточно.

Цель исследования – изучить закономерности изменения реологических показателей (твердости, адгезии, пластичности, вязкости) паштета из куриного филе с куриной печенью при введении различных доз тыквенного масла.

Задачи исследования:

1. Приготовить образцы паштета с массовой долей тыквенного масла 0%, 3%, 5% и 7%.

2. Провести комплексный реологический анализ образцов.

3. Установить количественные зависимости между дозировкой масла и значениями реологических параметров.

4. Определить оптимальный уровень внесения тыквенного масла для формирования заданных текстурных характеристик.

Были использованы: куриное филе, куриная печень, соль, специи, нерафинированное тыквенное масло холодного отжима. Куриное филе и печень отваривали, измельчали в мясорубке и блендере до однородной массы. Фарш делили на 4 партии, в которые вносили тыквенное масло в количестве 0% (контроль), 3%, 5% и 7% от общей массы сырья. Массу тщательно перемешали, расфасовывали в стерильные контейнеры. После охлаждения образцы хранили при 4±1°С и исследовали через 24 часа после изготовления.

Определяли твердость (глубину погружения конуса под фиксированной нагрузкой, мм), адгезию (силу отрыва,Па).

Пластичность оценивали по диаметру расплыва образца под действием стандартного конуса за определенное время (мм/мин).

Статистическая обработка: Все измерения проводили в 5-кратной повторности.

Пенетрация – это процесс, при котором инертный предмет (обычно стальной или керамический дискрет) движется через пищевой материал под действием контролируемой силы, создавая в материале полость. Измеряется глубина проникновения и время, затраченное на достижение заданной глубины (скорость).

Также были проведены исследования о влиянии тыквенного масла в технологии производства паштетов на влагосвязывающие способности (ВСС) контрольного и опытных образцов фаршей.

Полученные данные по определению функционально-технологических свойств сырья и паштета представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 1 –Функционально-технологические свойства сырья

Показатели	Филе	Бедро
pH	6,2	6,7
ВСС, %	55,31	58,64

Таблица 2 - Функционально-технологические свойства фарша

Показатели	Контроль	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	Опыт №4
ВСС,%	53,01	55,60	57,06	56,84	55,31

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что внесение в рецептуру тыквенного масла влияет на изменение ВСС. По данным таблицы 2 видно, что максимальными влагосвязывающими способностями обладали опытные образцы № 2 и №3. Исходя из этого, оптимальной рецептурой для производства мясных рубленых полуфабрикатов является опытный образец №1.

При определении вязкости фаршей использовался вискозиметр BROOKFIELD марки «DV-EVISCOMETR». В ходе проводимых исследований определяли величину адгезии (липкости) контрольных и опытных образцов (таблица 4).

Адгезия (ликость) – это физическое явление, возникающее при соприкосновении тел. Оно возникает при разделении этих тел как усилие, противодействующее разделению. Адгезия характеризует усилие взаимодействия между поверхностями конструкционного материала и продуктом при нормальном отрыве или сдвиге.

При определении поверхностных свойств модельных фаршей использовалась лабораторная установка для определения липкости по С. Тышкевичу.

Таблица 3 – Структурно – механические показатели

	Контроль	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	Опыт №4
Адгезия, Па	79,12±1,91	80,93±2,14	83,14± 3,14	90,76±1,84	91,15±2,88
Вязкость, Па · с	642± 0,94	676± 8,99	679,3±6,62	681,3±6,61	683,3±43,17

Оптимизация реологического профиля. Комплексный анализ показал, что контрольный образец имел излишне плотную и слегка крошливую консистенцию. Образец с 3% масла показал незначительное улучшение. Образец с 5% тыквенного масла продемонстрировал оптимальное соотношение параметров: достаточную мягкость, высокую пластичность. Образец с 7% масла, несмотря на максимальную нежность, характеризовался излишне мажущейся, почти пастообразной консистенцией, что может восприниматься как недостаток.

Выводы:

1. Установлено, что тыквенное масло является эффективным технологическим агентом, модифицирующим реологические свойства паштета из куриного филе и печени. Оно проявляет эффект пластификации, а также к увеличению адгезивности и пластичности готового продукта.

2. Выявлена нелинейная зависимость между концентрацией тыквенного масла и реологическими параметрами. Наиболее сбалансированные изменения, соответствующие эталонным характеристикам качества паштетных изделий (нежная, пластичная, легко мажущаяся, но сохраняющая форму консистенция), достигаются при введении 5% масла от массы сырья.

3. Добавление масла в количестве 7% приводит к чрезмерному размягчению и повышению липкости продукта, что может ухудшить его потребительские и транспортные характеристики.

4. Полученные результаты позволяют рекомендовать дозировку тыквенного масла 5% для целенаправленного улучшения реологического профиля паштета, что обеспечивает не только высокие органолептические показатели, но и возможность создания функционального продукта с повышенной пищевой ценностью.

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Bourne M.C. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. – 2nd ed. – Academic Press, 2002. – 427 p.
2.Herrero A.M., Novel Lipid Materials Based on Gelling Procedures as Fat Analogues in Meat Products/. Herrero A.M., Ruiz-Capillas C.// Food and Function. – 2021. – Vol. 12, Iss. 18. – P. 8486-8497
3.McClements D.J. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. – 3rd ed. – CRC Press, 2015. – 690 p
4.Базарнова Ю.Г. Современные подходы к оценке консистенции пищевых продуктов Базарнова Ю.Г., Личко Н.М. // Пищевая промышленность. – 2019. – № 6. – С. 14-18.
5. ГОСТ ISO 11036-2017. Sensory analysis. Methodology. Texture profil
6. Диденко Л.М. Реологические методы контроля качества пищевых продуктов. Диденко Л.М Черникова Е.В – М.: ДеЛи принт, 2019. – 208 с.
7. Нестеренко О.А. Влияние тыквенного масла на стабильность и свойства мясных эмульсий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 1. – С. 91-101.
8. Полищук Т.В., Применение растительных масел для регулирования текстурных характеристик мясных систем Полищук Т.В., Горбунова Н.А. // Мясные технологии. – 2021. – № 5. – С. 28-32.
9. Стефанов С.Б. Реология мясных и молочных продуктов. Стефанов С.Б., Манойлович М.П – СПб.: Профессия 2018. – 336 с.
10. Тшимабале З.Т., Влияние состава жировой фазы на структурно-механические свойства паштетных эмульсий Тшимабале З.Т., Козьмин Г.В// Известия вузов. Пищевая технология. – 2020. – № 2-3. – С. 56-59.

УДК 637.344

Федотова М.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПАШЕТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА

Аннотация. В статье описывается разработка технологического процесса и внедрение системы HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) для производства паштетата из куриного филе, обогащённого куриной печенью и тыквенным маслом. На основе анализа биохимических и микробиологических рисков были определены критические контрольные точки (ККТ) и разработаны процедуры мониторинга, корректирующих действий и верификации. Результаты позволяют повысить безопасность продукта, улучшить его качество и соответствовать требованиям международных стандартов).

Ключевые слова: система ХАССП, паштет, куриное филе, куриная печень, система безопасности, критическая контрольная точка, пищевая безопасность**.**

Система ХАССП разработанная в 1960-х годах, базируется на семи принципах, изложенных в документах Комиссии Codex Alimentarius и принятых в качестве международного стандарта. В Российской Федерации требования закреплены в техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Биологические опасности в мясных паштетах, особенно содержащих субпродукты в составе, в первую очередь связано с патогенными микроорганизмами (salmonella spp., Listeria monocytogenes, Escherichia coli), спорами и токсинами. Куриная печень- орган как фильтр организма, может быть носителем микрофлоры и накопитель химических загрязнителей. (исследования В.Т. Колесникова) указывают на необходимость строгого ветеринарно-санитарного контроля сырья, соблюдения параметров тепловой обработки. Печень может в себе содержать остатки ветеринарных препаратов (антибиотики), тяжелые металлы, оксиленные липиды. Так же в печени могут быть возможные включения (осколки костей, металла оборудования).

В трудах В.И. Хлебникова и Л.В. Антиповой [2,3] описана технология паштетообразных продуктов включающая тонкое измельчение, эмульгирование жира и термообработку, что требует точного контроля температуры и времени. В работах И.Н. Красильникова показано [4]., что тыквенное масло, обладающие высокой биологической ценностью, склонно к окислению и термолабильным, что требует внесения на завершающих этапа или использование антиоксидантов.

На основе анализа литературных данных и технологий был проведен анализ опасных факторов на всех этапах:

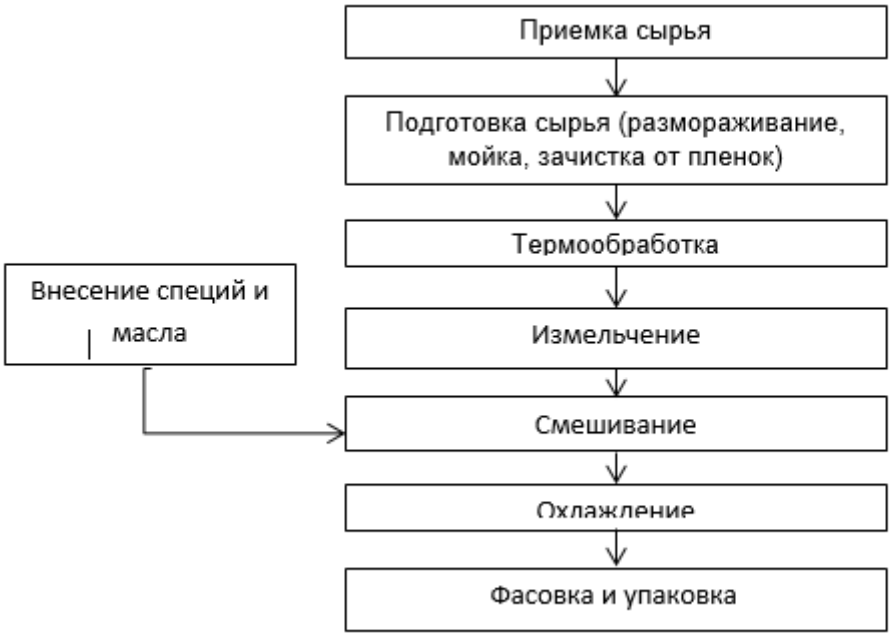


Рис. - Технологическая схема производства паштета из куриного филе с добавлением куриной печени и тыквенного масла.

Были идентифицированы следующие критические контрольные точки (ККТ)

Таблица - Критически контрольные точки на этапах производства паштета куриного

Этапы производства	Потенциальные опасности	Критический предел	Мониторинг	Корректирующие действия
ККТ -1: приемка сырья (куриное филе и печень).	Микробиологические и химические загрязнения	Наличие ветеринарных сопроводительных документов.	Проверка каждой партии	Отклонение некондиционного сырья
ККТ-2: Тепловая обработка	Биологическая опасность	Температура в центре продукта 85˚С с выдержкой	Непрерывная регистрация температуры с	Увеличение времени обработки, изоляция парии, не

		не менее 60 минут.	помощью таймера.	достигшей параметров, для переработки или утилизации.
ККТ-3: Контроль металлических примесей	Исключить физическую опасность	Отсутствие частиц размером ≥ 0,5 мм.	Пропуск всего сырья через металлодетектор	Остановка линии. Идентификация и изоляция забракованной единицы, проверка и настройка оборудования.
ККТ-4: Охлаждение.	Прорастание спор и рост термостойкой микрофлоры.	Снижение температуры продукта с 85 ˚С до +4 ˚С за время не более 4 часов.	Контроль температуры в холодильной камере и выборочно в теле продукта.	Регулировка работы холодильного оборудования, перераспределение продукции.

Для каждой ККТ установлены процедуры ведения записей (журналы, термограммы, акты), которые являются доказательством эффективности системы. Также разработаны программы предварительных мероприятий для производства: гигиена персонала, санитарная обработка, контроль воды, борьба с вредителями, мойка и дезинфекция оборудования, обеспечивающие уровень безопасности.

Разработана рецептура и технология производства функционального паштета из куриного филе с куриной печенью и тыквенным маслом, сочетающего высокую пищевую ценность с органолептической привлекательностью.

На основе детального анализа опасных факторов (биологических, химических. физических) на всех этапах технологического процесса были определены четыре Критические Контрольные Точки (ККТ): приемка сырья, тепловая обработка, контроль металломагнитных примесей и этап охлаждения. Для каждой ККТ установлены критические пределы, процедуры мониторинга и корректирующие действия.

Внедрение предложенной системы ХАССП на производстве позволит перейти от выбранного контроля качества к непрерывному управлению безопасностью. Это обеспечит стабильное производство безопасного для потребителя продукта, минимизирует экономические потери от брака, а также создаст основу для выхода продукции на рынки, требующие строгого соблюдения международных стандартов пищевой безопасности.

Внедрение HACCP позволило систематизировать контроль рисков и повысить надёжность производства. ККТ на этапе пастеризации и контроля pH являются ключевыми для подавления патогенов и поддержания стабильного pH, который ограничивает рост микробов. Вакуумная упаковка и строгий температурный режим в процессе хранения дополнительно снижают риск порчи.

Добавление тыквенного масла не только улучшает вкусовые качества, но и вносит антиоксидантные свойства, которые могут продлить срок годности продукта. Однако важно контролировать уровень масла, чтобы избежать окисления жиров.

Разработанная технологическая схема и внедрённая система HACCP обеспечивают безопасность и высокое качество паштета из куриного филе с добавлением печени и тыквенного масла. Процесс соответствует международным стандартам и может быть масштабирован для промышленного производства.

Научный руководитель – Савинкова Е.А., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Рекомендации Комиссии Кодекс Алиментариус CAC/RCP 1-1969 (Rev.4-2003) «Общие принципы гигиены пищевых продуктов» с дополнением «Руководство по применению системы ХАССП»
2. Хлебников, В.И. Технология продуктов из мяса птицы/ В. И. Хлебников, И. А. Рогов-М:. КолосС, 2008.-311 с.
3. Антипов, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов/ Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов.-М:. КолосС,2001-376 с.
4. Красильников И.Н. Функциональные пищевые ингредиенты на основе растительных масел/ И.Н. Красильников// Пищевая промышленность.-2019.-№5.-С. 18-21.
5.Куницына А.С., Мельникова Е.В. Исследование свойств тыквенного масла и его применение в пищевой промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 2. – С. 175-177.
6. Bryan, F. L., Doyle, M. P. Health risks of foodborne listeriosis. – Washington, D.C.: National Academy Press, 1999. – 208 p.

7. Bell, C., Kyriakides, A. Listeria: A Practical Approach to the Organism and Its Control in Foods. – Oxford: Blackwell Science, 2005. – 304 p.
8. Church, I. J. The effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of chilled foods // Food Control. – 1994. – Vol. 5, No. 3. – P. 139-147.
9. Гречишкина Е.В., Котенкова Е.В. Микробиологические показатели безопасности мясных полуфабрикатов и готовых изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5-6. – С. 13-16.
10. Родионова Л.М., Бараков А.В. Разработка технологии паштетов из печени птицы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 96-98.

УДК 637.072

Кабанова Т.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
Гиноян Р. В.
Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЙОГУРТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СУХИХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований качественных характеристик десертных йогуртов, изготовленных способом концентрирования и с применением загустителей. Изучены изменения физико-химических и реологических свойств полученных образцов. Разработаны рекомендации по подбору оптимальных технологических режимов производства.

Ключевые слова: йогурт, концентрирование, вязкость, кислотность, стабилизатор.

Кисломолочные продукты представляют значительную ценность в рационе питания вследствие присутствия молочнокислых бактерий, осуществляющих процесс брожения молока и частичный гидролиз белков, обеспечивая организм предварительно ферментированным белком, усваиваемым легче обычного. Эти микроорганизмы способствуют перераспределению витаминов и синтезируют соединения, соответствующие метаболическим нуждам организма. Продукт разложения лактозы — молочная кислота — стимулирует моторику желудочно-кишечного тракта и улучшает усвоение кальция, способствуя нормализации обменных процессов. Известно, что многие индивиды, страдающие непереносимостью свежего молока, способны употреблять кисломолочные продукты без отрицательных последствий [1].

Диетологическая значимость кисломолочных продуктов обусловлена их хорошей перевариваемостью и способностью усиливать секрецию органов пищеварения, включая желудок, поджелудочную железу и кишечник. Попав в желудок, такие продукты образуют мягкие коагулянты или хлопьевидные структуры, облегчающие работу пищеварительных ферментов. Кислая среда, создаваемая этими продуктами в кишечном тракте, подавляет развитие болезнетворных микроорганизмов, предпочтительно размножающихся в нейтральной среде [2].

Молоко служит основой для изготовления большинства кисломолочной продукции, включая йогурты, благодаря чему они отличаются высоким уровнем содержания белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных соединений и ферментов. Кальций, содержащийся в кисломолочных продуктах, лучше всасывается слизистой оболочкой кишечника. Кислая среда переводит этот микроэлемент в растворимое состояние: высвобождение молекул происходит за счёт гидролиза белка под действием бактерий [3].

Современные тенденции развития пищевого рынка требуют разработки продуктов, отличающихся функциональностью и целенаправленным составом, позволяющим увеличить количество белков и исключить компоненты, снижающие биологическую ценность пищи. Одним из перспективных направлений является создание рецептуры и технологии производства десертных йогуртов с использованием метода концентрирования без включения стабилизаторов, зачастую негативно влияющих на полезность продукта.

Выработка десертных йогуртов проводилась в условиях лаборатории кафедры технологии мясных и молочных продуктов ФГБОУ ВО Марийский государственный университет.

В качестве исследований нами были выбраны следующие варианты – в качестве контрольного образца была выбрана технология производства йогуртов резервуарным способом с добавлением стабилизаторов (по разработанной технологии ООО «Хр. Хансен», ТУ 9222-007-49942742-10).

В качестве образца 1 - технология концентрирования кисломолочного сгустка, а в качестве опыта 2 – технология производства йогурта резервуарным способом без добавления стабилизатора структуры.

Состав вносимых компонентов приведен ниже:

1. Контроль: нормализованное молоко + стабилизатор (0,7%) + сахар (5%) + закваска + ФЯН (фруктово-ягодный наполнитель) (10%);
2. Опыт 1: нормализованное молоко + сахар (5%) + закваска + ФЯН (10%);
3. Опыт 2: нормализованное молоко + сахар (5%) + закваска + ФЯН (10%).

Общий технологический процесс, включает в себя следующие технологические операции: приемка и оценка молока, очистка, подогрев и сепарирование, нормализация, подготовка и внесение ингредиентов, гомогенизация, пастеризация, охлаждение и заквашивание, сквашивание, охлаждение сгустка, внесение фруктово-ягодного концентрата, розлив, упаковка, маркировка, доохлаждение, хранение.

Технология производства образцов под номером 1 дополняется концентрированием полученного сгустка перед внесением фруктово-ягодного наполнителя, в в нашем случае сгусток помещали в тканевые мешки и выдерживали в течение 1 часа для удаления сыворотки не более 10%..

Опыт 2 включает в себя те же операции, что и контрольный образец, которые заявлены в ТУ 9222-007-49942742-10, но без использования стабилизатора.

Качество исследуемых образцов проверяли в соответствие с общепринятыми методиками. Методы отбора и подготовка проб к анализам – по ГОСТ 26809.Определение массовой доли жира по ГОСТ 29247. Определение массовой доли сухих веществ по ГОСТ Р 54668. Определение кислотности — по ГОСТ 30305.3. Вязкость измеряли на вискозиметре Брукфильда DV-II с использованием измерительной головки номер RV5 при скорости вращения шпинделя 3 об./мин. Все исследования проводились в трехкратной повторности. Результаты, полученные в исследованиях, обрабатывались вариационно-статистическим методом.

Органолептические показатели образцов десертных йогуртов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептическая оценка образцов десертных йогуртов

Показатель	Характеристика продукта		
	Контроль	Образец №1	Образец №2
Вкус и запах	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, достаточно сладкий, со вкусом внесенного ингредиента	Кисломолочный, сливочный, без посторонних привкусов и запахов, в меру сладкий, со вкусом внесенного ингредиента	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, приторно сладкий, со вкусом внесенного ингредиента
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая. Наличие внесенного наполнителя, равномерно расположенного по всей массе	Однородная, густая, достаточно вязкая, свойственная десерту. Наличие внесенного наполнителя, равномерно расположенного по всей массе	Жидкая, маловязкая. Наличие внесенного наполнителя, неравномерно расположенного по всей массе
Цвет	Белый равномерный по всей массе с наличием цвета внесенного наполнителя	Молочно-белый равномерный по всей массе с наличием цвета внесенного наполнителя	Белый равномерный по всей массе с наличием цвета внесенного наполнителя

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наилучшими органолептическими характеристиками обладает опытный образец №1, полученный методом концентрирования. Этот образец по результатам дегустационной оценки был признан лучшим благодаря мягкой, густой, кремообразной консистенции, что свойственно десерту. Опытный образец №2 (без использования стабилизатора и метода концентрирования) набрал наименьшее количество баллов из-за жидкой консистенции и приторно сладкого вкуса. Это можно объяснить вкусовыми предпочтениями потребителей. Также хорошие показатели имеет контрольный образец, полученный традиционным способом (с использованием стабилизатора), но уступает по своим качествам первому опытному образцу из-за недостаточной вязкости, присущей десерту.

По истечении времени выработки, проводили определение состава и свойств готовых образцов йогуртов(табл.2)

Таблица 2 - Состав и свойства образцов десертных йогуртов

Показатель	Характеристика продукта		
	Контроль	Образец №1	Образец №2
Массовая доля жира, %	2,53±0,04	2,77±0,04	2,47±0,04
Массовая доля сухих веществ, %	25,67±0,18	26,7±0,07	24,97±0,11
Кислотность, °Т	86,0±0,94	92,50±1,11	88,2±1,14
Вязкость, Па·с	14,54±0,25	29,2±52	11,49±0,22

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о том, в опытных образцах №1 наблюдается вполне объяснимое увеличение как массовой доли жира, так и количества сухих веществ молока примерно на 10%. Это связано с применением технологической операции по концентрированию продукта.

Также нами установлено увеличение показателя титруемой кислотности образцов йогурта №1 в среднем на 6,5 °Т по сравнению с контрольным. Увеличение содержания сухих веществ молока, а именно белковых составляющих, является причиной повышения титруемой кислотности, однако на изменение вкусовых характеристик повышение кислотности не отмечено. В образцах №2 также существует незначительное повышение кислотности в среднем на 2 °Т, это объясняется отсутствием стабилизаторов при производстве продуктов, поскольку стабилизаторы часть являются причиной замедления развития молочнокислых микроорганизмов.

Наибольший интерес представляют реологические показатели, которые характеризуют консистенцию продукта. Вязкость по нормативной документации для йогуртов не нормируется, однако именно вязкая консистенция для десертных йогуртов является основной характеристикой.

В наших исследованиях прослеживается прямая зависимость вязкости от технологии производства продукта. Как видно из результатов, представленных в таблице 2, величина вязкости концентрированного йогурта (образцы №1) составляет в среднем 29,2 Па·с, что практически более чем в два раза выше вязкости контрольных образцов и образцов №2, которые составляют 14,54 и 11,49 Па·с соответственно. Это говорит о том, что применение технологии концентрирования для производства йогурта позволяет увеличить количество белка в продукте. При этом вязкость увеличивается, что обусловлено развитием коагуляционных связей между мицеллами казеина и образованием более прочной структуры.

Это способствует повышению вязкости и физической стабильности продукта, а также устранению тенденции к снижению вязкости, характерной для йогуртов при хранении.

Таким образом, для придания йогурту таких видовых особенностей, как прочная коагуляционная структура, консистенция, лучшие органолептические свойства и повышенное содержание нативных сухих веществ молока, целесообразнее применять метод концентрирования молочного сгустка не менее чем на 10%.

Список литературы

1. Павлова Ж.П. Биологически активные добавки в производстве йогуртов / Ж.П. Павлова, В.И. Бобченко, Л.А. Текутьева, Е.Ю. Лацис // Educatio. – 2015. - № 7(14). – 60 с.
2. Покровский, Н.В. Рынок кисломолочных напитков в современных условиях / Н.В. Покровский, Г.М. Романина // Вестник ОрелгИЭТ. – 2014. - №1. – с. 160-164.
3. Тамим А.Й. Йогурты и другие кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон.; пер. с англ. Под науч. ред. Л.А. Забодаловой. – СПб: Профессия, 2003. – 664 с., ил. - (Серия: Научные основы и технологии).
4. ТУ 9222-007-49942742-10 «Йогурт «Славянский». – М.: ООО «Хр. Хансен», 2010 – 12 с.

УДК 637.07

Суфьянова Л.М., Кабанова Т.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА СЫРОПРИГОДНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОКА РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В статье представлен обзор литературы и данные собственных исследований по изучению влияния кормовых добавок на технологические свойства молока-сырья. В ходе проведения опыта было изучено влияние сухой биомассы Chlorella vulgaris на качество молока коз Зааненской породы. По результатам эксперимента, было определено, что внесение микроводоросли положительно отразилось на сыропригодных свойствах молока, увеличилось содержание ионизированного кальция и средний диаметр мицелл казеина, быстрее проходил процесс сычужного свертывания.

Ключевые слова: качество молока-сырья, молочные продукты, сыр, кормовые добавки, сыропригодные свойства;

В настоящее время производители молочных продуктов заинтересованы в увеличении объемов и качества перерабатываемого сырья. Однако, с учетом того, что расширение поголовья крупного и мелкого рогатого скота не всегда возможно на существующих фермах, а строительство новых объектов является высокозатратным, фермерам приходится искать иные пути для повышения производственного потенциала хозяйств. На молочную продуктивность животных влияет сразу несколько факторов: период лактации, возраст животного, способ содержания, рацион кормления и некоторые другие. Наиболее простым в регулировании является рацион кормления. Для его обогащения используются различные виды кормовых добавок: энергетические, минеральные, витаминные, ферментные и комплексные.

Последние пользуются повышенной популярностью, ведь они содержат в своем составе смесь питательных ингредиентов. К примеру, возрастает интерес к использованию добавок на основе микроводорослей. Это связано с тем, что они содержат в себе различные витамины и микроэлементы, а также белок высокого качества. Обогащение рациона микроводорослью хлореллы обеспечивает увеличение продуктивности разных видов животных. Имеются данные исследований, в которых анализировалось влияние микроводоросли на молочную продуктивность коров, коз, а также на мясную продуктивность птиц, свиней и крупного рогатого скота. Chlorella vulgaris может добавляться в рацион в виде суспензии, сухой биомассы или в качестве основного ингредиента в составе кормовой добавки.

Однако, при применении кормовых добавок в рационах питания животных, возникает необходимость дополнительных исследований молока-сырья, связанных с определением изменения компонентного состава молока, его физико-химических и технологических свойств. Наиболее требовательным к качеству исходного сырья является отрасль сыроделия. От состава и свойств используемого молока зависит время образования сгустка, характер полученного сырного зерна, а также соответствие органолептических показателей готового продукта требованиям стандартов.

Целью данного исследования являлось изучение влияния различных кормовых добавок на состав и технологические свойства молока-сырья.

Основными показателями, характеризующими сыропригодные свойства молока являются следующие показатели: массовая доля белка, кислотность, содержание кальция, класс молока по сычужной и сычужно-бродильной пробе.

В республике Мордовия проводился опыт по изучению влияния разных видов силоса на химический состав и технологические свойства молока. В ходе эксперимента было отобрано три группы животных, разница между которыми, состояла в том, что сочные корма были представлены разными видами силоса. Первая группа получала кукурузный силос, вторая – сорго-клеверный, а третья – сорговый силос.

При анализе полученных данных, было выявлено, что молоко, полученное от животных, содержащихся во второй группе обладало более высокой массовой долей жира и белка. При изучение содержания минеральных веществ в молоке, было определено, что образец молока второй группы обладал более высоким количеством кальция и фосфора, по сравнению с другими группами. Помимо этого соотношение Ca:P в молоке коров, которым скармливали сорго-клеверный силос, характеризовалось наиболее оптимальными пропорциями (1,39:1). Благодаря более высокому содержанию кальция в молоке второй группы, продолжительность сычужной свертываемости молока была более быстрой, по сравнению с образцами других групп. По результатам проведенного авторами исследования, было определено, что использование сорго-клеверного силоса в кормлении дойных коров оказывает стимулирующее влияние на качественные показатели молока-сырья и улучшает его сыропригодность [3].

В Самарской области проводилось исследование, направленное на изучение влияния введения в состав рациона коров сенажа из козлятника восточного с микробиологическим препаратом. В качестве препарата использовался биоконсервант «Силостан», из расчета 1 литр на 150 тонн зеленой массы, подвяленное до влажности 50%. Для проведения опыта было сформировано 4 группы коров голштинской и айширской породы. Первая и вторая группы получали сенаж из козлятника восточника без консерванта, а третья и четвертая группа получали сенаж с биоконсервантом.

Биопрепарат оказал положительное влияние на качество и питательную ценность готового корма. Благодаря улучшению *качества* сенажа впоследствии отмечалось повышение перевариваемости питательных веществ кормовой смеси животными и позитивные сдвиги в динамике метаболических процессов в рубце. Данные изменения отразились на химическом составе молока. Использование в рационе сенажа с биоконсервантом позволило увеличить массовую долю сухих веществ, жира и белка в молоке (в частности увеличилась массовая доля казеина, при снижении массовой жоли сывороточных белков), как у голштинской, так и у айширской породы коров.

Помимо этого, молоко в группах, в которых скармливался сенаж с биоконсервантом, отмечалась более быстрая продолжительность свертывания сычужным ферментом, а также снижался отход сухого вещества в сыворотку, что положительно отразилось на соотношении фракций сгусток : сыворотка. При анализе казеинового сгустка авторы отмечают увеличение его плотности и влагоудерживающей способности сгустка [4].

Аналогичные результаты по увеличению массовой доли белка и жира, улучшению технологических свойств (сокращения времени сычужной свертываемости и увеличение количества проб с плотным сгустком) молока коз при использовании в их рационе пробиотических кормовых добавок Клювер Про и BeneFIT Basic приводят Сафина А.К. и М.К.Гайнуллина [5].

В республике Башкорстан проводилось исследование, направленное на изучение влияния различных доз углеводно-витаминно-минеральное комплекса «Фелуцен К1-2» на физико-химические и технологические свойства молока коров. Авторы также отмечают увеличение массовой доли жира и белка в молоке, сокращение времени свертывания, повышение плотности и влагоудерживающей способности сгустка, что способствует снижению расхода молока при производстве сыра [1].

Представляет интерес эксперимент, проведенный в Красноярском крае, в ходе которого определялось влияние кормовой добавки на основе хвойной муки, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана на технологические свойства молока. В ходе исследования авторы приводят данные об увеличении массовой доли жира и количества молочного белка (кг), также увеличивается доля образцов молока, соответствующего I классу сыропригодности [2].

На базе Марийского государственного университета проводилось исследование, связанное с изучением влияния сухой биомассы хлореллы на сыропригодные качества молока коз зааненской породы. Животные содержались беспривязным способом на территории крестьянско-фермерского хозяйства, находящегося в Параньгинском районе республики Марий Эл. Для проведения исследования было сформировано 4 группы коз, которые были отобраны по принципу пар-аналогов. Контрольная группа получала основной рацион питания. У первой, второй и третьей опытных групп часть рациона (концентрированные корма) в количестве 10%, 15% и 20% соответственно была заменена на сухую биомассу Chlorella vulgaris.

Эксперимент длился в течение 120 дней. Исследование качества молока-сырья проводили один раз в две недели. Данные по сыропригодным свойствам, полученные на заключительном этапе представлены в таблице 1

Таблица 1 - Сыропригодные свойства молока-сырья

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2	Опытная группа 3
Массовая доля белка, %	3,35±0,04	3,28±0,03	3,24±0,01	3,21±0,02
Кислотность, °Т	18,33±0,41	18,5±0,35	19,6±0,37	18,27±0,45
Количество ионизированного кальция, мг/%	12,42±0,17	12,53±0,18	12,97±0,14	13,64±0,37
Средний диаметр мицелл казеина, нм	58,8±3,45	61,34±6,1	68,6±12,0	78,2±5,1
Сычужная проба, мин	17,3±1,04	16,87±0,54	15,57±0,29	14,74±0,17
Сычужно-бродильная проба, класс	II	II	II	II
Расход цельного молока на	5,28±0,12	5,32±0,11	5,26±0,14	5,20±0,15

получение 1 кг мягкого сыра, кг				

Анализируя данные таблицы, можно сказать о том, что в опытных группах отмечалось снижение массовой доли белка на 0,07%; 0,11% и 0,14% соответственно в первой, второй и третьей опытной группе по сравнению с контрольной. Это связано с повышением удоев в этих группах. По кислотности существенных различий между контрольной группой, и первой и третьей опытными группами обнаружено не было. Однако, у второй опытной группы было отмечено незначительное увеличение кислотности на 1,27 °Т по сравнению с контрольной группой.

Однако в опытных группах отмечалось повышение количества ионизированного кальция на 0,11 мг/%, 0,55 мг/%, и на 1,22 мг/%. Это свидетельствует об обогащении рациона минеральными веществами, находящимися в кормовой добавке, которые благодаря улучшению перевариваемости кормов переходят в молоко.

По результатам исследований, отмечено увеличение среднего диаметра мицелл казеина в первой опытной группе на 4,32%, во второй на 16,7%, в третьей на 33,0% по сравнению с контрольной группой.

Образование сгустка при постановке сычужной пробы также проходило быстрее в группах, в которых животные получали обогащенный рацион. Так, в первой опытной группе свертывание произошло быстрее на 0,43 минуты, во второй группе на 1,73 мин, и в третьей группе на 2,56 минуты по сравнению с контрольной группой. Согласно классификации З.Х. Диланяна образцы молока контрольной группы и первых двух опытных групп относятся к третьему типу по сыропригодности, а образец молока третьей опытной группы можно отнести к оптимальному для сыроделия типу свертывания — ко второму. При оценке сычужно-бродильной пробы, все образцы были отнесены ко второму классу, вне зависимости от исследуемых групп.

Для анализа расхода цельного молока на получение 1 кг мягкого сыра в лабораторных условиях на кафедре технологии мясных и молочных продуктов Марийского государственного университета были выработаны образцы мягкого сыра «Хоттабыч». Данный сыр вырабатывается согласно техническим условиям, с использованием сычужного фермента и закваски. После изготовления опытных образцов определили выход готового продукта и исследовали физико-химические показатели сыров. В ходе анализа, было определено, что наибольший выход был в третьей опытной группе. Самый большой расход молока наблюдался в первой опытной группе и составил 5,28 кг на 1 кг готового продукта, это на 0,04 кг больше, чем у контрольной группы. У второй опытной группы расход молока был меньше на 0,02 кг, а в третьей опытной группе на 0,08 кг, по сравнению с контрольной группой.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что добавление сухой биомассы хлореллы при кормлении коз оказывает положительное влияние на сыропригодные свойства молока.

Таким образом, можно сказать о том, что использование кормовых добавок в рационах животных позитивно отражается не только на показателях продуктивности животных, но также и на технологических свойствах молока-сырья, что впоследствии влияет на увеличении выхода продуктов при их изготовлении.

Список литературы

1. Акмухаметов И.Д. Влияние углеводно-витаминно-минерального кормового комплекса "Фелуцен К1-2" на технологические свойства молока и качество сыра / И. Д. Акмухаметов, Х. Х. Тагиров, А. А. Нигматьянов // Наука и просвещение: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 ноября 2025 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 48-52.

2. Влияние биологически активных веществ кормовой добавки на технологические свойства молока / Е.А. Иванов, О.В. Иванова, В.А. Терещенко, Ю.Г. Любимова // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–19 мая 2023 года - С. 76-80. – DOI 10.52686/9785605087816_76.

3. Влияние условий кормления дойных коров на химический состав и технологические свойства молока при его переработке на сыр / А. И. Андреев, А. А. Менькова, В. Н. Шилов, Н. В. Костромкина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 243, № 3. – С. 4-8. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-243-3-4-8.

4. Карамаева А.С. Влияние биоконсерванта "Силостан" на качество сенажа из козлятника восточного и сыропригодность молока коров / А. С. Карамаева, Н. В. Соболева, С. В. Карамаев // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 6. – С. 51-56.

5. Сафина А.К. Влияние пробиотиков на молочную продуктивность и технологические свойства молока коз зааненской породы / А.К. Сафина, М.К. Гайнуллина // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2024. – № 1. – С. 30-35. – DOI 10.26897/2074-0840-2024-1-30-35.

УДК 637.2.034:621.798.

Короткова А.И., Охотников С.И., Кабанова Т.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УПАКОВЫВАНИЯ

Аннотация. В статье анализируется динамика органолептических, физико-химических и микробиологических показателей сливочного масла «Крестьянское». Исследование проводилось в процессе хранения продукта при низких положительных температурах в различных видах упаковки: пергаменте, полистироловых стаканчиках и каширированной фольге.

Ключевые слова: сливочное масло, упаковка, хранимость, безопасность, органолептическая оценка, химический состав, микробиологическая порча

Сливочное масло занимает важное место в рационе: ежегодное потребление этого продукта на душу населения составляет в среднем 2,2–2,5 кг [4]. Его производят из высокожирных сливок (чаще всего коровьих) методами сбивания или преобразования [1]. Чаще всего его получают из молока коров, реже их молока овец, коз, буйволов, яков. Готовый продукт отличается высокой энергетической ценностью (700–750 ккал) и значительным содержанием жира - от 72% до 82,5% [8]. Помимо жирных кислот, в состав масла входят витамины A, D, E, а также важные микро- и макроэлементы.

Несмотря на то, что низкое содержание влаги делает масло устойчивым к воздействию микробов, оно остается чувствительным продуктом. В процессе хранения жиры могут окисляться, что портит вкус и снижает полезные свойства [3]. Ключевую роль в сохранении качества играют условия среды: если при глубокой заморозке (до –30 °C) продукт остается свежим до 5 месяцев, то в условиях обычного холодильника этот срок сокращается до 20 суток.

Не менее важна и правильная упаковка. Она служит барьером, защищающим масло от посторонних запахов, влаги и бактерий. Ошибка в выборе упаковочного материала может привести к быстрой порче продукта и потере его безопасности [2, 9].

В современной практике производства сливочного масла наиболее востребованными упаковочными материалами остаются пергамент, каширированная фольга и пластик. Каждый из них имеет свои особенности, связанные с барьерными свойствами, стоимостью и влиянием на экологию [7].

Традиционный пергамент, изготавливаемый из целлюлозы, ценится за свою жиро- и влагостойкость, а также за экологичность, так как он полностью разлагается в природе. Однако существенным минусом такой упаковки является её прозрачность, которая не обеспечивает достаточной защиты продукта от воздействия света.

Более надежным барьером выступает каширированная фольга. Благодаря своей многослойной структуре, включающей алюминий, бумагу и полиэтилен, она эффективно изолирует масло от воздуха, влаги и световых лучей. Вместе с тем, такая упаковка обходится дороже в производстве и уступает пергаменту в вопросах экологичности.

Современным решением является полистирольная тара. Этот вид пластика позволяет потребителю визуально оценить продукт, при этом герметичность контейнера надежно защищает содержимое от внешней среды, а жесткая форма предотвращает механические повреждения. Тем не менее использование полистирола создает экологическую нагрузку, так как он требует специальной утилизации [4, 6].

Таким образом, изучение вопросов, связанных влиянием типа упаковки на сохранность, качество и безопасность сливочного масла является важным направлением в современной пищевой промышленности, которое позволяет обеспечить сохранность продукта на всех этапах – от производства до потребителя.

В связи с чем, целью нашего исследования явилось изучение влияния разных видов упаковок сливочного масла на динамику изменений органолептических, физико-химических и микробиологических показателей

Объектом исследования являлось: масло сладко-сливочное несоленое «Крестьянское» с массовой долей жира 72,5%, выработанное по ГОСТ 32261- 2013 «Масло сливочное. Технические условия». В рамках нашего исследования были изучены образцы сливочного масла, приобретённые в торговой сети и изготовленные на молокоперерабатывающих предприятиях Российской Федерации.

Образцы имели различные виды упаковки, являющиеся наиболее распространенными на рынке. Образец № 1 был упакован в пергамент, образец № 2 – в коробку из полимерных материалов со съемной крышкой, образец № 3 – в каширированную фольгу.

Все образцы имели одинаковую дату выработки и хранились при температурном режиме, характерном для бытовых холодильников на протяжении срока годности.

Образцы сливочного масла оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям на соответствие требований ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ГОСТ 32261-2013.

Показатели качества и безопасности сливочного масла, хранившегося при температуре 3±2 °С оценивали через одни, на пятнадцатые и на тридцать пятые сутки.

Оценку физико-химических свойств продукта проводили в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов. В ходе работы определяли массовую долю жира (по ГОСТ 5867-2023) и влаги (по ГОСТ 3626-73), а также анализировали показатели кислотности плазмы (по ГОСТ 3624-92) и титруемой кислотности жировой фазы (по ГОСТ Р 55361-2012). Кроме того, были изучены перекисное число молочного жира (по ГОСТ Р 51487-99) и термоустойчивость образцов (по ГОСТ 32261-2013).

Микробиологический контроль масла оценивали по содержанию КМАФАнМ и БГКП (согласно ГОСТ 32901-2014), а также по количеству дрожжей и плесневых грибов (по ГОСТ 33566-2015).

Для подтверждения достоверности полученных данных применяли методы вариационно-статистической обработки.

Результаты исследований подтверждают, что вкус и запах являются ключевыми критериями при выборе продукта потребителем. Основной причиной возникновения дефектов этих показателей в сливочном масле является гидролиз жиров. Данный процесс приводит к появлению специфических пороков, таких как «олеистый», «салистый», а также выраженный «окисленный» или «прогорклый» вкус [5]. Согласно стандартам качества, наличие подобных дефектов в сливочном масле не допускается. Данные органолептической оценки исследуемых образцов представлены в таблице 1. Органолептическую оценку проводили по балльной шкале в соответствии с ГОСТ 32261-2013. Согласно стандарту, максимальные значения распределялись следующим образом: за вкус и запах — 10 баллов, за консистенцию и внешний вид — 5, за цвет — 5, а за упаковку и маркировку — 3 балла.

Таблица 1 - Органолептические показатели образцов сливочного масла «Крестьянского»

Образец	1 день	15 день	35 день
Вкус и запах			
1	9,20±0,22	7,40±0,27	5,80±0,42
2	9,60±0,27	8,00±0,22	6,40±0,27
3	9,80±0,22	9,20±0,22	8,00±0,35
Консистенция и внешний вид			
1	4,20±0,22	4,00	3,80±0,22
2	5,00	5,00	5,00
3	5,00	5,00	5,00
Цвет			
1	2,00	2,00	2,00
2	2,00	2,00	2,00
3	2,00	2,00	2,00
Маркировка и упаковка			
1	3,00	3,00	3,00
2	3,00	3,00	3,00
3	3,00	3,00	3,00

Исходя изданных таблицы можно сделать вывод, что изначально по вкусу и запаху все три исследуемых образца имели хорошие показатели, выше 9 баллов, что характеризует продукт без посторонних привкусов и запахов. Однако после двух недель хранения образцов в бытовом холодильнике экспертами было отмечено снижение баллов у образцов, упакованных в пергамент и полистироловые стаканчики соответственно на 1,8 и 1,6. Дегустаторами был отмечен слабый прогорклый привкус. Тогда как образец, упакованный в кашированную фольгу практически не изменился по вкусу. На день окончания срока годности продукта у образцов 1 и 2 наблюдалось снижение баллов соответственно на 3,4 и 3,2. У образцов 3 данный показатель уменьшился всего на 1,8.

В нашем случае можно предположить, что окисление молочного жира происходит химическим путем, а именно под действием света и кислорода воздуха. Пергамент и полистироловые стаканчики белого цвета пропускают свет, что и приводит к ухудшению вкуса продукта.

Также стоит отметить снижение консистенции образцов масла, упакованного в пергамент. Дегустаторами отмечалась недостаточно плотная и пластичная поверхность масла, при отрыве явно прослеживалась когезия продукта, что снижало оценку за внешний вид.

Цвет, а также маркировка и упаковка были оценены максимальными баллами.

Таким образом, органолептическое исследование вкуса и аромата продукта является наиболее информативным методом выявления начальных стадий процессов порчи. Оно позволяет обнаружить едва заметные изменения, соответствующие начальной стадии окислительного процесса.

Это объясняется тем фактом, что отдельные вторичные продукты окисления формируются в минимальных количествах, практически не влияющих на значения традиционных лабораторных тестов, однако обладающих высоким сенсорным порогом восприятия и легко распознаваемых органами чувств при проведении дегустационной оценки.

Физико-химические показатели исследуемых образцов приведены в таблице 2. Согласно ГОСТ 32261-2013, физико-химические показатели масла должны соответствовать следующим нормам: массовая доля жира — не менее 72,5 %, массовая доля влаги — не более 25,0 %, а титруемая кислотность плазмы — не более 26 °Т.

Таблица 2 - Физико-химические показатели образцов сливочного масла «Крестьянского»

Образец	1 день	15 день	35 день
Массовая доля жира,%			
1	72,85±0,11		
2	73,61±0,22		
3	72,5±0,25		
Массовая доля влаги,%			
1	24,65±0,11		
2	23,89±0,22		
3	25±0,25		
Титруемая кислотность плазмы, °Т			
1	16,40±0,27	18,00±0,35	19,33±0,23
2	16,20±0,22	16,80±0,42	18,33±0,37
3	16,00±0,35	17,00±0,50	18,00±0,28

Химический состав всех исследуемых образцов изначально соответствовал требованиям ГОСТ на масло «Крестьянское». Однако в процессе хранения была зафиксирована динамика изменения титруемой кислотности плазмы. Если в первые сутки этот показатель у всех образцов составлял около 16 °Т, то в дальнейшем наиболее выраженный рост — почти на 3 °Т — наблюдался у образцов первой группы (в пергаменте). В то же время в образцах 2 и 3 увеличение кислотности не превысило 2 °Т. Подобный рост показателя обусловлен гидролизом белков, что коррелирует с увеличением общего количества микроорганизмов, особенно заметным в первой группе. Тем не менее значения кислотности у всех образцов остались в пределах нормы: это подтверждает, что хранение при температуре (3±2) °С в течение установленного срока годности не вызывает критической порчи белковой фракции.

Стоит отметить, что наиболее распространенными признаками порчи молочного жира при хранении являются специфические изменения вкуса и запаха, такие как «олеистый», «салистый», а также «окисленный» и «прогорклый». Эти дефекты развиваются под влиянием гидролитических и окислительных процессов [2], а степень их проявления варьирует от едва уловимых до ярко выраженных [4]. Ряд авторов указывает, что возникновение прогорклого и окисленного вкуса связано не столько с уровнем свободных жирных кислот (кислотностью жировой фазы), сколько с накоплением продуктов их окисления [3], которые представляют потенциальную опасность для здоровья человека.

Наряду с базовыми физико-химическими параметрами, для оценки окислительной порчи жира традиционно используют кислотное и перекисное числа [9].

Кислотное число, которое отражает концентрацию свободных жирных кислот, изначально находилось в пределах 1° Кеттсторфера. С увеличением времени хранения эти показатели максимально увеличились в образцах 1 и 2. Меньше всего окислительной порче были подвержены образцы, упакованные в кашированную фольгу, которая минимально пропускает солнечный свет и

кислород воздуха [8]. Важно отметить, что показатели кислотности жировой фазы во всех исследуемых образцах не превышали 4°К. Ранее этот норматив регламентировался Федеральным законом № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию», который на текущий момент утратил силу, однако его значения по-прежнему служат важным ориентиром для оценки качества.

Свежие образцы масла, упакованные в кашированную фольгу и полистироловые стаканчики, характеризовались минимальным перекисным числом — на уровне 0,01 % йодного эквивалента. Данный показатель отражает начальные стадии окисления молочного жира. Согласно установленным нормам, критическим пределом, после которого продукт становится непригодным для дальнейшего хранения, считается значение 0,1 %. В течение всего срока годности ни один из образцов не превысил эту границу, однако масло в пергаментной упаковке к концу эксперимента максимально приблизилось к критической отметке. Это подтверждалось и ухудшением его органолептических свойств.

В целом качество сливочного масла при хранении в условиях положительных температур снижается из-за активизации микробиологических и ферментативных процессов. Подобные условия ускоренной порчи позволяют эффективно прогнозировать хранимоспособность фасованного продукта, принимая во внимание его исходную обсемененность различными группами микроорганизмов [9].

Микробиологическую безопасность исследуемых образцов оценивали в соответствии с требованиями ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Согласно регламенту, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в сливочном масле не должно превышать 1×10^5 КОЕ/см^3. Содержание дрожжей и плесеней в сумме не более 100 в сумме КОЕ/см^3. А также строго нормируется наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП, колиформы) присутствие которых не допускается в 0,01 г продукта.

В таблице 3 приведены данные по микробиологическим показателям исследуемых продуктов.

Таблица 3 - Микробиологические показатели образцов сливочного масла «Крестьянского»

Образец	1 день	15 день	35 день
КМАФАнМ, КОЕ/см^3			
1	$(8,33\pm2,48)\times10^4$	$(15,50\pm1,53)\times10^4$	$(32,50\pm6,94)\times10^4$
2	$(4,67\pm2,04)\times10^4$	$(8,67\pm0,82)\times10^4$	$(11,00\pm1,87)\times10^4$
3	$(4,00\pm1,22)\times10^4$	$(9,33\pm2,16)\times10^4$	$(12,33\pm1,78)\times10^4$
Дрожжи, плесени, в сумме КОЕ/см^3			
1	54,67±10,61	84,67±3,56	110,33±8,26
2	7,33±2,48	36,33±1,08	58,33±9,50
3	11,00±3,74	23,33±3,19	40,67±2,16
БГКП (колиформы)			
1	Отсутствуют		
2	Отсутствуют		
3	Отсутствуют		

Полученные данные свидетельствуют о том, что образцы масла в пергаментной упаковке подверглись микробиологической порче уже к 15-м суткам холодильного хранения: показатель КМАФАнМ в них превысил нормативное значение 1×10^5 КОЕ/см^3. В то же время в образцах, упакованных в полистироловые стаканчики и кашированную фольгу, аналогичное превышение было зафиксировано лишь к концу срока годности.

Основными продуцентами липаз, инициирующих порчу жира, являются дрожжи и плесневые грибы [7]. В ходе эксперимента в первой группе образцов наблюдался активный рост этих микроорганизмов, и к 35-м суткам их количество вышло за пределы требований безопасности. Данный процесс подтвердили и эксперты: при дегустационной оценке была отмечена слабая прогорклость продукта. В образцах под номерами 2 и 3 также наблюдался рост дрожжей и плесеней, однако их содержание оставалось в пределах допустимых 100 КОЕ/см^3. При этом минимальное количество данных микроорганизмов было зафиксировано в масле, упакованном в кашированную фольгу. Стоит также подчеркнуть, что бактерии группы кишечной палочки (БГКП) отсутствовали во всех исследуемых пробах на протяжении всего эксперимента.

Таким образом, результаты исследования продемонстрировали, что из трех видов упаковочных материалов наилучшую сохранность и безопасность сливочного масла обеспечивает кашированная фольга. Тем не менее важно учитывать, что даже самая надежная упаковка после вскрытия не гарантирует абсолютной стабильности качественных показателей. Нарушение условий или сроков

хранения может привести не только к ухудшению органолептических свойств продукта, но и к возникновению потенциальных рисков для здоровья потребителя.

Список литературы

1. Вышемирский Ф. А. Хранимоспособность сливочного масла русского и классического методов производства / Ф. А. Вышемирский // Сыроделие и маслоделие. 2017. – № 3. С. 43-45. https://elibrary.ru/yujbmd
2. Долматова О.И. Изучение качества масла сливочного с вкусовыми компонентами / О.И. Долматова, К.А. Панченкова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. Прочие сельскохозяйственные науки. 2020. – том 82. – № 3 С. 215-220. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kachestva-masla-slivochnogo-s-vkusovymi-komponentami
3. Гуща Ю.М. Увеличение сроков годности сливочного масла / Ю.М.Гуща, Е.В.Топникова, Н.В. Иванова - Текст: непосредственный // Молочная промышленность. 2018 – № 3. С.28-31 URL: https://protex.ru/f/uvelichenie_srokov_godnosti_slivochnogo_masla.pdf
4. Зимняков В.М. Тенденции производства сливочного масла в России // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 87–94. URL: https://itit58.ru/files/journals/1/articles/2023_1/2023_1_87-94.pdf
5. Мяленко Д. М. Особенности санитарно-химических и органолептических исследований упаковочных полимерных материалов / Д. М. Мяленко // Молочная промышленность. 2021. № 2. С. 8–10. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-02-8-10; https://www.elibrary.ru/gfhavw
6. Твердохлеб А. В. Поточная расфасовка сливочного масла и спредов в брикеты / А. В. Твердохлеб // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 3. С. 54–56. https://elibrary.ru/waokrb
7. Топникова Е. В. Влияние способа фасовки сливочного масла на сохраняемость его качества / Е.В. Топникова, Н.В.Иванова, М.Б. Захарова, Е.Н. Пирогова // Молочная промышленность. 2024. №. 2. С. 53-60. URL: https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-2-4
8. Шарашина А.Е. Исследование показателей качества сливочного масла и маргарина Ratio et Natura 2022 № 1 (5) Естествознание URL: https://ratio-natura.ru/sites/default/files/2022-11/issledovanie-pokazateley-kachestva-slivochnogo-masla-i-margarina.pdf

УДК 637.2.074

Короткова А.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛАДКО-СЛИВОЧНОГО МАСЛА ВЫРАБОТАННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН И СИРОПА ЦИТРУСОВЫХ

Аннотация. Проведены исследования физико-химических свойств молока-сырья, сливок, обезжиренного молока, пахты, получаемой при производстве сладко-сливочного масла, в частности исследованы кислотность и массовая доля жира в основном сырье и побочных продуктах переработки. Описаны параметры технологии созревания и сбивания сливок, процессы кристаллизации молочного жира и образования масляного зерна и пахты. Разработаны рецептуры сладко-сливочного масла разных вкусов благодаря наполнителям растительного происхождения (пищевые волокна и сироп цитрусовых). Исследован химический состав, физические свойства, обоснована доброкачественность масла и целесообразность использования пищевых волокон цитрусовых в технологии молочных продуктов.

Ключевые слова. Молоко-сырье, сливки, обезжиренное молоко, масляное зерно, пахта, кислотность, сладко-сливочное масло, пищевое волокно, цитрусовые, массовая доля жира и влаги, термоустойчивость, показатель преломления, йодное число, температура плавления и отвердевания.

Сливочное масло из коровьего молока - это ценный продукт. Оно владеет высочайшими питательными и вкусовыми свойствами, а также обилием необходимых веществ [1]. Пищевые научные работники и изготовители товаров питания уделяют все больше интереса молочным продуктам, тем более сливкам, производству масла, пахты [2]. Продукты питания представляют потенциальную опасность для жизни и здоровья людей, поэтому государством устанавливаются требования, нормы и правила, соответствующие реальным показателям безопасности [3]. Знания о составе и свойствах молочного сырья технологических и физико-химических факторах, мотивирует студентов к научным исследованиям по разработке рецептур молочных продуктов нового поколения [4].

В пищевом лабораторном комплексе лаборатории технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения кафедры Технологии мясных и молочных продуктов МарГУ с

целью расширения ассортимента проводили выработку сладко-сливочного масла по разным рецептурам за счет внесения пищевых волокон и сиропа цитрусовых.

На первом этапе сборное молоко-сырье подогревали до *t* = 35°С и проводили сепарирование в сепараторе - молокоочистителе СЦМ-100-15 в результате получили обезжиренное молоко и сливки. Лабораторный анализ молока на определение массовой доли жира кислотным способом путем центрифугирования жиромеров в течение 5 минут в двукратной повторности показал, что в исходном молоке-сырье уровень жирности составил 4,36±0,03% , после фракционного разделения жирность сливок оказалась на уровне 40,05 ± 2,36%, а обезжиренного молока 0,18 ± 0,01% , что соответствует требованиям ТР/ТС 033/ 2013 (рис.).

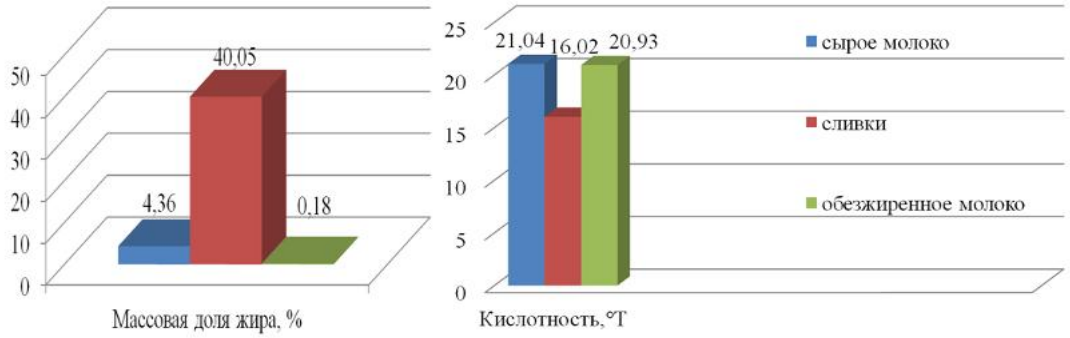


Рисунок МДЖ и титруемая кислотность молока и полученных сливок

Стандарт допускает наличие молочного жира в обезжиренном молоке до 0,5%, а сливки должны иметь жирность от 30 до 40%, таким образом, проведенное в лаборатории сепарирование молока позволяет получать качественное разделение молока с одновременной его очисткой от загрязнений.

Молоко, используемое для приготовления масла соответствовало 2 сорту, поэтому показатель кислотности на уровне 21,04±3,36 °Т считается нормой, а молоко свежим. После сепарирования сливки лишились белковой части, которая вся перешла во фракцию обезжиренного молока и соответственно у них кислотность понизилась на 5,02°Т и составила 16,02±1,73 °Т, а у обезжиренного молока она достоверно не изменилась по сравнению с молоком-сырьем и находилась на уровне 20,93±2,04 °Т.

Далее сливки подвергали пастеризации при температуре 92°С с выдержкой 2 минуты, после чего их охлаждали до температуры 10 °С и помещали в холодильник на созревание в течение 18 часов при температуре 2-4 °С. Созревшие сливки приобрели более прочную консистенцию, так как жир отвердел и кристаллизовался. Процесс сбивания сливок в течение 45 минут на МПД-100 привел к образованию масляного зерна и пахты. Физико-химические показатели пахты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели пахты

Показатель	Норма по ГОСТ Р 53513-2009	Исследуемая пахта
Кислотность, не более, ◦Т	19,0	19,0
Массовая доля жира	От 0,3 до 0,7 вкл.	0,4

Пахта являясь побочным продуктом переработки имела кислотность на уровне 19°Т, так как содержала в своем составе кислые белки (молочные альбумины и глобулины), лактозу, некоторое количество минеральных веществ и витаминов, в то время как количество жира не превышало 0,4%, так как основные кристаллы молочного жира перешли в масляное зерно.

Контрольный образец сладко-сливочного масла состоял на 100% из масляного зерна. В Опыте 1 заменили 10% рецептуры на сироп лимона, в Опыте 2 заменили на 3% на пищевое волокно в виде апельсиновой цедры и в Опыт 3 вносили как сироп лимона, так и пищевые волокна в общем количестве 13%. Все образцы контролировали по составу и физико-химическим свойствам (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели исследуемых образцов сливочного масла

Показатель	Требования НТД	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Массовая доля жира, %	82,5	84,7±7,5	73,9±4,7**	82,7±6,8*	71,1±3,9***
Массовая доля влаги, %	16,0	13,8±2,4*	14,6±3,9	12,8±1,8***	14,4±2,5

Термоустойчивость	0,70-1,00	0,997	0,953	0,998	0,997
Показатель преломления	1,453-1,456	1,456(0)	1,455(1)	1,456(0)	1,456(0)
Йодное число	28-45	43,9±4,2***	37,6±1,6	43,4±4,2**	41,5±3,7
Температура плавления, °С	28-33	28,6±1,8	32,9±2,1**	32,6±1,8*	33,1±2,4***
Температура отвердевания, °С	15-24	20,6±3,2	18,3±1,4	19,2±1,8	19,1±2,0

Примечание: * - P ≤ 0,05; ** - P ≤ 0,01; *** - P ≤ 0,001.

Каждая выработанная партия сладко-сливочного масла с ведением пищевых волокон цитрусовых и сока лимона отличалась от контроля по содержанию массовой доли жира. Так в Опыте 2 массовая доля жира находилась на уровне 82,7±6,8% и была хоть достоверно ниже, чем в контроле на 2% (P≤0,05), но все-таки значительно больше, чем в других экспериментальных образцах соответственно в Опыте 1 на 8,8% (P≤0,01) и Опыте 3, на 11,6% (P≤0,001). Это объясняется тем, что цедра цитрусовых содержит в своем составе жировые вещества в объеме до 0,2% от сухого вещества, а сироп лимона полностью их лишен, поэтому и значения массовой доли жира, а экспериментальных образцах достоверно ниже, чем в контроле. В то же время введение в рецептуру сладко-сливочного масла 10% сиропа взамен основного сырья привело к повышению массовой доли влаги в Опыте 1 до 14,6±2,3%, что достоверно больше, чем в Контроле на 0,8% (P≤0,05), а в Опыте 2 на 1,8% (P≤0,001). Достоверных отличий по содержанию массовой доли влаги в Опытах 1 и 3 нами не установлено, так как цедра лимона вносилась в рецептуру в сухом виде - в виде порошка, дополнительная влага на ее гидратацию не давалась, следовательно, влажность масла не увеличивалась.

Термоустойчивость как контрольного, так и всех Опытных образцов не имела достоверных различий, а, следовательно, все образцы после упаковки не будут подвержены деформации под воздействием собственной массы.

За качество жира отвечает показатель преломления, который составляет 1,455 – 1, 466 единиц, во всех образцах, а, следовательно, сладко-сливочное масло богато полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Данное положение подтверждает проведение исследований на йодное число. Содержание ПНЖК в Опыте 1 составляет 37,6±1,6 ед., что достоверно меньше, чем в контроле на 6,3 ед. (P≤0,001), Опыте 2 на 5,8 ед. (P≤0,01) и Опыте 3 на 3,9 ед. (P≤0,05), что объясняется уменьшением массовой доли молочного жира в рецептуре опытного образца за счет замены жировой фракции на углеводную.

Температура плавления опытных образцов была достоверно выше, чем контроля, так как введение углеводных составляющих в сиропе и цедре способствовало сохранению большей стабильности масла при нагревании. Так Опыт 1 превосходил по температуре плавления контроль на 4,3°С (P≤0,01), Опыт 2 имел температуру плавления 32,6±1,8 °С, что на 4°С выше (P≤0,05)и Опыт 3 на 4,5°С выше, чем в контроле (P≤0,001). Температура застывания соответственно достоверно большая была в контрольном образце и составила 20,6±3,2 °С, что достоверно дольше чем во всех опытных образцах на 2,3-1,4°С (P≤0,05). Результаты балльной органолептической оценки образцов выработанного масла представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели сладко-сливочного масла

Показатели	Максимально возможный балл	Контроль	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Вкус и запах	8,0	7,9	7,2	7,8	5,9
Консистенция	4,0	3,7	3,8	3,9	3,0
Цвет	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
Общий балл	14,0	13,6	13,0	13,6	10,8

Как показывают данные таблицы 2, контрольный образец и опытные образцы №1 и №2 по количеству набранных баллов оказались близки максимально возможному. Образец № 3 уступил остальным при оценке консистенции продукта.

Таким образом, внесение в сливочное масло пищевых волокон в виде цедры цитрусовых в рассмотренных комбинациях, незначительно меняют некоторые физико-химические и органолептические показатели, не оказывая негативного влияния на качество продукта в целом и использование пищевых волокон в технологии сладко-сливочного масла считаем целесообразным.

Список литературы

1. Дунченко Н.И. Качество сливочного масла: влияние молочного сырья / Н.И. Дунченко, С.В.Денисов // Сыроделие и маслоделие.-2015.-№1.-С.51-53.

2. Ипатова Л.Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд. / Л.Г. Ипатова [и др.]. – М.: Дели принт, – 2009 – 396 с.
3. Охрименко О.В. Лабораторный практикум по физике и химии молока / О.В. Охрименко, К.К. Горбатова, А.В. Охрименко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 256с.
4. Пирогова Е.Н. Использование пищевых волокон в производстве спредов пониженной жирности / Е.Н.Пирогова, Е.В. Топникова, И. Губина // Молочная река.- 2017.-№2 (66). С.46-48.
5. Седых Е.Ю. Пахта как функциональный продукт/ Мосоловские чтения: международная научно-прак. конф–Вып. XXI, Й-Ола, 2019, С. 221-223
6. Твердохлеб А. В. Поточная расфасовка сливочного масла и спредов в брикеты / А. В. Твердохлеб // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 3. С. 54–56. https://elibrary.ru/waokrb

УДК 637.075

Долгорукова М.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
Мацкевич И.В.
Красноярский ГАУ, г. Красноярск

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТКИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Аннотация. В статье изучены сравнительные показатели некоторых органолептических и физико-химических свойств сыворотки из козьего молока. Также рассмотрены полезные свойства козьего молока и перспективы использования молочной сыворотки.

Ключевые слова: подсырная молочная сыворотка, козье молоко, сыворотка из козьего молока, свойства молока

Проблема сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни человека остается одной из самых важных и актуальных. Несмотря на то что организм здорового человека обладает высокоадаптивными возможностями к условиям окружающей среды, генетически обусловленные метаболитические резервы организма имеют свой предел. Несбалансированное, некачественное питание, растущее экологическое неблагополучие приводят к чрезмерным нагрузкам на адаптивные системы и в конечном итоге истощают защитные функции организма, что и проявляется в росте заболеваний цивилизации, преждевременном старении и сокращении продолжительности жизни.

Как известно, козье молоко – источник уникальных комплексов незаменимых биологически активных веществ, крайне необходимых человеку для укрепления его адаптационных возможностей.

Исторически козье молоко использовалось не только для питания, но и для лечения ряда заболеваний. Исследования показывают положительное действие козьего молока на усвоение нутриентов — белков, жиров, углеводов, минералов и витаминов. Также козье молоко заметно отличается от коровьего своим благоприятным воздействием на переваривающую способность организма, формирование костной ткани. Так что включение этого натурального продукта в рацион может способствовать улучшению общего состояния здоровья, а детская продукция из козьего молока подходит для питания малышей с первых дней жизни [1].

Компоненты козьего молока повышают биодоступность макро - и микроэлементов. Например, благодаря уникальным компонентам козьего молока повышается метаболизм железа, что помогает решить проблему железодефицитной анемии.

Козье молоко положительно влияет на когнитивное развитие и проявляется сильный антиоксидантный эффект, это сбалансированное питание для развития мозга, мышц, костной ткани.

Белки козьего молока легче перевариваются, быстрее всасываются, легче усваиваются. Жир козьего молока является источником быстрой энергии. Жировые глобулы имеют небольшой размер, равномерно распределены и поэтому легко усваиваются [5].

Козье молоко в составе детского питания становится все популярнее в рекомендациях педиатров и аллергологов. Микроэлементный состав и особенности жиров снижают риски возникновения аллергий и почечной патологии, козье молоко является источником «правильных» калорий и питательных веществ [1].

Однако если само козье молоко и его свойства изучены в настоящее время достаточно полно, то побочные продукты его переработки, такие, как сыворотка и ее использование для производства молочных продуктов изучены недостаточно.

Физико-химические и энергетические свойства молочных продуктов играют важную роль в формировании органолептических свойств готового продукта, которые в свою очередь, в конечном счете, формируют спрос.

Молочная сыворотка (МС), являясь вторичным продуктом, получаемым во внушительных объемах при производстве различных видов молочных продуктов, имеет промышленное значение, благодаря питательному составу. Мировое производство сыворотки оценивается примерно в 180–

190×106 тонн/год, из которых обрабатывается не более 50% [2]. Огромное количество молочной сыворотки, получаемой, например, при производстве сыра (около 50%), перерабатывается в различные продукты питания и кормовые добавки.

Молочная сыворотка, представляет собой, побочное сырье с высоким содержанием органических и солевых веществ, имеет высокую питательную ценность с множеством возможностей для технологических целей, что характеризует ее в качестве вторичного молочного продукта. Является богатым источником сывороточных белков для пищевого, биологического и функционального применения, которые переходят в МС после первичной обработки молока. Внедрение продуктов, полученных из МС, включая сывороточные белки, не достигло широкого распространения из-за сложности ее обработки (относительно низкий сухой состав, большие энергозатраты на переработку) [6, 8].

Безусловно, целесообразно использовать содержащиеся ценные компоненты сухого вещества МС на основе разработки новейших технологий [3]. Отсутствие энергосберегающих промышленных технологий для безотходного использования МС как всего ее сухого состава, так и белковых фракций в отдельности является одной из важнейших проблем переработки молочного сырья. Эти недостатки устраняются путем разработки новых методов переработки МС, выделения белковых фракций и создания продуктов со специфическими функциональными и пищевыми свойствами [4, 7].

Целебные свойства молочной сыворотки и ее производных, такие как антиоксидантные, иммуномодуляторные и стимуляторные, противоопухолевые, обусловленные различными механизмами действия, связанными с их функциональными свойствами, позволяют получить разнообразный спектр биологически активных добавок, применяемых в фармацевтической отрасли.

В связи с этим, нами в условиях лаборатории кафедры технологии мясных и молочных продуктов изучен ряд физико-химических показателей подсырной сыворотки из козьего молока (табл.).

При оценке внешнего вида и цвета сыворотка из козьего молока во всех случаях была достаточно однородной, зеленовато-белого цвета с наличием белкового осадка. Вкус и запах чистый, свойственный молочной сыворотке, солоноватый, со специфическим вкусом, характерным для козьего молока, без посторонних привкусов и запахов.

Таблица – Физико-химические и энергетические свойства сыворотки

Показатели	Сыворотка из коровьего молока	Сыворотка из козьего молока
Титруемая кислотность, ºТ	12,0	10,0
Активная кислотность, pH	6,0	6,0
Плотность, кг/м^3	1023	1025
Энергетическая ценность:		
ккал/100г	25,3	27,2
кДж/100г	811,3	870,7

На физико-химические свойства сыворотки влияет ряд факторов: физиологические особенности животного, условия кормления, степень перехода отдельных компонентов молока в сыворотку и т.д.

Как видно из таблицы, титруемая кислотность молочной сыворотки из козьего молока составляет в среднем 10ºТ, что значительно ниже, чем в сыворотке из коровьего молока, в которой этот показатель составлял в среднем 12ºТ. Титруемая кислотность зависит от содержания в сыворотке белков, а также от количества продуктов жизнедеятельности молочнокислых бактерий, так как лактоза подвергается молочнокислому брожению с образованием молочной кислоты, что приводит к повышению титруемой кислотности и потерям лактозы.

Известно, что на плотность молока, а также сыворотки влияют содержание в нем жиров, белков, углеводов и минеральных солей. При массовой доле жира в сыворотке из козьего молока 0,65%, а белка 0,97% этот показатель оказался равен 1025 кг/м^3, а в сыворотке из коровьего молока соответственно 1023 кг/м^3.

Пищевая ценность сыворотки, как и молока, характеризуется полноценностью состава, достаточной калорийностью, хорошей усвояемостью, оптимальным соотношением питательных веществ, биологической и физиологической полноценностью.

Известно, что энергетическая ценность молочной сыворотки составляет 36% от цельного молока, что немаловажно при организации промышленной переработки, рекламе, определении стоимости [2].

В исследуемых образцах натуральной не обезжиренной сыворотки энергетическая ценность составляет: 811,28 кДж/кг (25,3 ккал) – в сыворотке из коровьего молока и 870,74 кДж/кг (27,2ккал) – в сыворотке из козьего молока.

Биологическая ценность сыворотки из козьего молока, по выражению профессора К.С. Петровского, может быть охарактеризована формулой: «минимум калорий при максимуме биологической ценности». Это позволяет рассматривать сыворотку из козьего молока и продукты, полученные из нее, как биологически полноценные с диетическими и даже лечебными свойствами, обеспечивающими охрану внутренней среды организма [2].

Таким образом, на основе анализа публикаций и накопленного опыта в части химического состава, классификации, производных следует подчеркнуть очевидность и целесообразность использования молочной сыворотки для извлечения и широкого употребления содержащихся ценных компонентов сухого вещества, разработки и освоения новейших технологий [3].

Наладив производство прохладительных сывороточных напитков, а также других молочных продуктов предприятия России смогут более рационально использовать свои производственные мощности и предлагать инновационные продукты, отвечающие современным запросам потребителей.

Список литературы

1. Гаврилова Н.Б., Щетинина Е.М. Козье молоко - биологически полноценное сырьё для специализированной пищевой продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2019. - №1. – С. 66-75.
2. Залашко М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки / М.В. Залашко. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 192 с.
3. Паладий И.В., Врабие Е.Г., Спринчан К.Г., Болога М.К., Молочная сыворотка. Классификация, состав, свойства, производные, применение // Электронная обработка материалов, 2021, 57(1), 52–69.
4. Baldasso, C., Barros, T.C., Tessaro, I.C., Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration, Desalination, 2011, vol. 278, p. 381.
5. Pajor F. Milk and cheese fatty acid profiles in Alpine goat fed green maize forage // J. Anim. Feed Sci, 2013, v. 22, no. 3, pp. 213-218.
6. Pais Chanfrau, J.M., Núñez Pérez, J., Lara Fiallos, M.V., Rivera Intriago, L.M., et al., Milk whey-from a problematic byproduct to a source of valuable products, Prensa Med. Argent., 2017, vol. 103, no. 4, p. 1. doi: 10.4172/lpma.1000257.
7. Photis, P., Paschalia, K., Technological utilization of whey towards sustainable exploitation, J. Adv. Dairy Res., 2019, vol. 7, no. 231, p. 1. doi: 10.35248/2329- 888X.19.7.231.
8. Geoffrey, W.S., Ballard, F.J., Copeland, A.D., Kirthi J., de Silva et al., New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins, J. Dairy Sci., 1996, vol. 79, no. 8, p. 1454.

УДК 637.354.8

Созонова К.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫРА С ЧЕДДЕРИЗАЦИЕЙ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ СЫРНОЙ МАССЫ И ДОБАВЛЕНИЕМ ЯГОД КЛЮКВЫ

Аннотация. В статье представлена разработка технологии производства сыра с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы с добавлением в рассол цельных ягод клюквы. Производство сыра эксклюзивной формы в виде шариков способствует дозированию маленьких порций на завтрак и перекусы, что пользуется спросом у людей, ведущих здоровый образ жизни и стремящихся к правильному сбалансированному питанию, а также гурманов. В качестве функционального ингредиента предлагается клюква, содержащая богатый минеральный состав, антиоксиданты и витамины. Разработанная технология позволяет сохранить биологическую ценность клюквы и обеспечить длительный срок хранения продукта благодаря природному антимикробному действию ягод.

Ключевые слова: сыр с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы, клюква, клюквенный рассол, технология производства

В условиях растущего спроса на функциональные продукты питания и повышенного интереса потребителей к натуральным, полезным и оригинальным решениям особую актуальность приобретает разработка инновационных видов сыров. Сыроделие - одна из наиболее динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности, где традиционные технологии всё чаще дополняются новыми подходами, позволяющими расширить ассортимент и улучшить потребительские свойства продукции [1].

Особую нишу на рынке занимают сырЫ с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы - группа продуктов с богатой историей и выраженной региональной спецификой. Их

отличительные черты - высокое содержание влаги, мягкая консистенция, а также характерный солоноватый вкус, формируемый за счёт выдержки в рассоле. Традиционно для посола и созревания используются растворы на основе поваренной соли, однако современные исследования открывают возможности для модификации рассола с целью обогащения продукта биологически активными веществами [2].

Некоторые производители в качестве компонента рассола выбирают клюкву, так как эта ягода обладает рядом ценных свойств. Сочетание полезных свойств клюквы и высококачественного молочного сырья играет ключевую роль в создании инновационного продукта. Природные консерванты и антимикробные компоненты клюквенного рассола не только усиливают биологическую ценность сыра, но и обеспечивают его длительную сохранность [3].

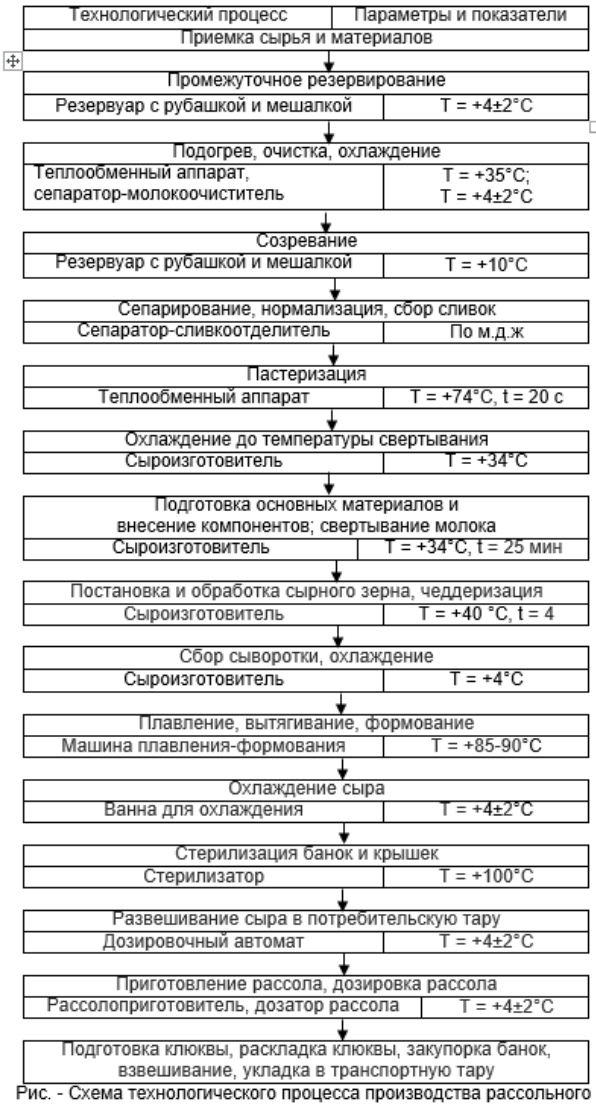


Рис. - Схема технологического процесса производства рассольного сыра

В то же время использование молока, соответствующего строгим требованиям ГОСТ, гарантирует формирование правильной структуры продукта, что позволяет создать уникальный рассольный сыр с оптимальными органолептическими и функциональными характеристиками. Кроме общих критериев безопасности и показателей качества, в производстве сыра предъявляются особые требования к содержанию мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов ограничено величиной не более 1×105 КОЕ/см³. Число соматических клеток в объёме 1 см³ не превышает значения 4×10^5, что свидетельствует о молоке, полученного от здорового животного [4].

Для производства сыра определение сыропригодности молока является ключевым комплексом физико-химических и микробиологических свойств, определяющий его способность образовывать плотный, хорошо отделяющий сыворотку сгусток, что напрямую влияет на выход и безопасность готового продукта [5].

При производстве сыра молоко должно быть белковым для обеспечения высокого выхода готового продукта и формирования плотного сырного сгустка, так как белок - это основа сыра, определяющая его текстуру, а также способность удерживать жир и влагу. В молоке-сырье массовая

доля белка по ГОСТ 31449-2013 должна составлять не менее 4,2%, жира - 3%; титруемая кислотность молока варьируется в пределах 16-19°Т, плотность - 1027 кг/м^3 [6].

Нас заинтересовал вопрос разработки сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы с использованием ягод клюквы и создание эксклюзивной формы сыра в виде маленьких сырных шариков массой 7 г и диаметром 2 см. Белые шарики сыра мы заключили в клюквенный рассол с наличием цельных ягод.

Технологический процесс изготовления сыра представлен на рисунке в виде блок-схемы и состоит из ряда последовательных операций, начиная с подготовки сырья и заканчивая упаковкой продукта в транспортную тару.

Молоко принимается согласно ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия». После положительной оценки качества молока его сливают в резервуар для промежуточного резервирования при помощи центробежного насоса, счетчик-расходомер измеряет расход молока. Резервируют молоко при температуре плюс 4°С, не позволяя нарастать кислотности выше 19°Т.

Далее в технологии предусмотрен нагрев молока в пастеризационно-охладительной установке до температуры плюс 35°С, после чего в сепараторе-молокоочистителе проводится очистка от посторонних примесей. Молоко сразу же охлаждается в той же пастеризационно-охладительной установке до температуры плюс 4°С и направляется в резервуар для созревания. Оптимальный температурный режим во время созревания молока составляет плюс 10°С. Во время созревания происходит рост кислотности молока на 0,5-2°Т, но не более 21°Т.

Созревшее молоко насосом поступает в пастеризационно-охладительную установку для нагревания до температуры плюс 35°С и далее направляется в сепаратор-сливкоотделитель, где молоко разделяется на сливки и обезжиренное молоко для последующей нормализации смеси по жиру. Полученные оставшиеся сливки насосом сливаются в резервуар для сливок.

Далее нормализованное молоко необходимо подвергнуть тепловой обработке для уничтожения патогенной микрофлоры. Пастеризация молока проводится в пастеризационно-охладительной установке при температуре плюс 74°С с выдержкой 20 с. После пастеризации молоко охлаждается до температуры свертывания - плюс 34°С, так как именно при этой температуре можно вносить сычужный фермент и наблюдается наиболее эффективный рост бактерий.

Готовое к свертыванию молоко поступает в сыроизготовитель, куда вносятся заранее подготовленные и растворенные компоненты: хлорид кальция, термофильная закваска и сычужный фермент.

Хлорид кальция растворяют в воде, нагретой до температуры плюс 85°С из расчета 10-20 г безводной соли на 100 кг молока.

Для внесения в молоко закваски ее количество рассчитывается с учетом дозировки, указанной в пакете с закваской. В составе закваски - Streptococcusthermophilus, Lactobacillus acidophilus. Готовую термофильную закваску вносят в молоко в количестве 0,5-1%, медленно перемешивая, и оставляют молоко на 1 час.

Необходимое количество ферментного препарата растворяют за 25 минут до использования в пастеризованной и охлажденной воде из расчета 2,5 г препарата на 150 см^3 воды.

Свертывание молока происходит при температуре плюс 34°С до образования сгустка. Для того, чтобы определить свернулось ли молоко, проводят тест на чистое отделение, сделав надрез сгустка, в результате чего нож должен остаться чистым, а на поверхности в разрезе выступить сыворотка.

Убедившись в плотности сгустка, начинается этап обработки и постановки сырного зерна. Полученный сгусток разрезают на кубики размером 1-1,5 см, медленно вымешивают в течение 5 минут. После чего в течение 30 минут сырная масса осаждается, отводят зерна таким образом, чтобы образовался пласт толщиной 10-12 см.

Далее сырная масса прогревается до температуры плюс 40°С и подвергается чеддеризации, процессу, во время которого создаются оптимальные условия для развития молочнокислого процесса, в результате чего происходит снижение активной кислотности, также под действием молочной кислоты сырная масса изменяется, приобретая слоисто-волокнистую структуру. На этом этапе сырное зерно находится под слоем сыворотки.

Окончание чеддеризации определяется пробой на плавление: отбирается часть сырного пласта и помещается в горячую воду. Чеддеризованная горячая сырная масса должна растягиваться до 1 метра в длину, pH сырной массы составляет 5,1-5,2.

По окончании чеддеризации сыворотку медленно сливают насосом, а сырный пласт разрезается на блоки размером 20×20 см и охлаждается при температуре плюс 4-5°С.

Далее сырный пласт подается в машину плавления-формования, где происходит его непрерывное измельчение, а после чего он полностью погружается в горячую воду, нагретую до температуры плюс 85-95°С. Сырную массу вымешивают до однородной и пластичной структуры, во время чего происходит вытягивание пласта. Сама сырная масса при вытягивании должна иметь температуру не больше плюс 65°С.

В этой же машине сыр формуется в виде маленьких шариков весом 7 г и диаметром 2 см, проходя через перфорированный формовочный барабан. Сформованные сырные шарики отправляются в дозировочный автомат, куда параллельно поступает стерилизованный контейнер из стерилизатора. Дозировочный автомат заполняет идущие по конвейерной ленте контейнеры сыром в количестве 10 шариков в каждую банку.

Затем ленточный транспортер подвозит банки к дозатору рассола. Рассол готовится в резервуаре-рассолоприготовителе, концентрация хлористого натрия должна быть 3%. Готовый рассол подается в дозатор рассола для дозировки в потребительскую тару. Далее банки с сырными шариками и рассолом подаются на технологический стол, куда вручную в количестве 10 штук укладываются ягоды клюквы, которые предварительно были очищены и промыты.

Далее банки вручную укупориваются стерилизованными крышками, взвешиваются и укладываются в ящики и направляются на хранение или реализацию.

Разработанная технология производства сыра с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы в виде шариков с клюквенным рассолом позволяет создать инновационный продукт функционального питания, сочетающий традиционные методы сыроделия с современными требованиями к здоровому питанию, при этом использование клюквы обеспечивает не только обогащение продукта ценными биологически активными веществами, но и естественный консервирующий эффект.

Научный руководитель – Царегородцева Е. В., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Выдрина, Н.В. Тенденция развития новых технологий производства сыра / Н.В. Выдрина, Н.Б. Губер // Молодой ученый. — 2014. — №10. — С. 130—133.
2.Калинин, А.В. Технология производства рассольных сыров / Н. В. Выдрина, Н. И. Морозова // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса. – 2019. – С. 68-72.
3. Емельянов, А.М. Использование плодов клюквы в пищевой промышленности / А. М. Емельянов // Совершенствование науки и образования в области естественных и технических исследований. – 2023. – С. 138-139.
4.Долгорукова, М.В. Влияние условий хранения на микрофлору сырого молока / М.В. Долгорукова, И.В. Мацкевич // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции / Мар.гос. ун-т. – Йошкар-Ола. – 2025. - Вып. XXVII.- С 389-391.
5. Кабанова Т.В. Экспертиза качества молока и молочных продуктов: учебно-методическое пособие / Т. В. Кабанова; Марийский государственный университет. – Йошкар-Ола. –2022. - С. 28 – 33.
6. Шувалова, Е.Г. Белковое питание и его полноценность/ Е. Г. Шувалова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола. - 2025. – Вып. XXVII.- С. 287-289.

УДК 637.146.34

Брюхачева С.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЙОГУРТА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Аннотация. В данной статье рассматривается технология производства йогурта, обогащенного натуральными растительными компонентами. Представлена детальная аппаратурно-технологическая схема (АТС) производства, включающая последовательное описание всех стадий: от подготовки сырья до упаковки готового продукта. Особое внимание уделено обоснованию использования черной смородины как источника витамина С и антиоксидантов, а также ржаных отрубей в качестве источника пищевых волокон для придания продукту функциональных свойств. В работе четко регламентированы технологические режимы (температура, давление, продолжительность операций), обеспечивающие получение продукта с высокими органолептическими показателями и стабильной структурой. Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых линеек продуктов здорового питания на предприятиях молочной промышленности.

Ключевые слова: технология производства, йогурт, наполнители, отруби, смородина.

Йогурт является одним из самых часто употребляемых молочных продуктов, так как несет в себе пользу для здоровья благодаря содержанию в нем полезных микроорганизмов, улучшающих пищеварение – болгарской палочки и термофильного стрептококка. Кроме того, йогурт является источником витаминов и минералов, например, кальция, который необходим для мышечного сокращения [1].

С развитием пищевого рынка на полках магазинов появилось большое разнообразие йогуртов, в связи с чем растет конкуренция между производителями. Это вынуждает предприятия разрабатывать новые рецептуры, направленные на создание продуктов функционального назначения. Особый интерес представляет сочетание молочной основы с компонентами растительного происхождения. Хорошие результаты дает использование различных видов отрубей, в частности ржаных, так как они существенно повышают содержание пищевых волокон, способствующих очищению организма и нормализации обмена веществ [2].

Йогурт также является отличным источником белка. В процессе сквашивания ферменты бактерий проводят частичный протеолиз, расщепляя крупные белковые молекулы, что значительно улучшает их усвояемость организмом. Дополнительное внесение черной смородины позволяет не только обогатить продукт витамином С и антоцианами, но и сформировать привлекательные органолептические характеристики без использования синтетических красителей и ароматизаторов [3].

Процесс	Параметры
Приемка и подготовка сырья	ГОСТ 31449-2013
↓	
Подогрев, очистка молока Пластинчатый теплообменник, сепаратор-молкоочиститель	t=плюс 35°С
↓	
Сепарирование, нормализация Сепаратор-нормализатор	t=плюс 50°С
↓	
Гомогенизация Гомогенизатор	t=плюс 50°С p=15±2 МПа
↓	
Пастеризация Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка	t=плюс 90±2°С τ=15…20 с
↓	
Охлаждение Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка	t=плюс 36…40°С
↓	
Внесение закваски Резервуар с мешалкой и рубашкой	t=плюс 36…40°С 3…5%
↓	
Сквашивание молока Резервуар с мешалкой и рубашкой	t=плюс 36…40°С τ=2…3 ч, кислотность 75…110°Т
↓	
Внесение наполнителя, перемешивание Резервуар с мешалкой и рубашкой	t=плюс 36…40°С τ=15 мин
↓	
Охлаждение Резервуар с мешалкой и рубашкой	t=плюс 16…20°С
↓	
Фасовка, упаковка, маркировка Фасовочный автомат	250 г
↓	
Хранение готового продукта Холодильная камера	t=плюс 4±2°С

Рис. – Технологическая схема производства йогурта

В процессе производства йогурта происходит симбиотическое развитие термофильного стрептококка и болгарской палочки, поэтому микрофлора сырого молока должна быть максимально чистой, чтобы остаточные микроорганизмы после пастеризации не подавляли заквасочную культуру и не сокращали срок годности продукта. Для этого необходимо соблюдать оптимальные условия

хранения сырья перед переработкойи обеспечивать высокотемпературную термическую обработку смеси перед внесением закваски [4].

В условиях лаборатории кафедры технологии мясных и молочных продуктов Марийского государственного университета нами была разработана технология функционального йогурта с наполнителем из черной смородины и ржаными отрубями, технологическая схема производства которого представлена на рисунке.

Процесс производства продукта начинается с приемки сырья. На этапе входного контроля берется проба молока в объеме не менее 1 $дм^3$ при помощи молокозаборной трубки из каждого отсека цистерны. Проводятся исследования, согласно которым молоко по органолептическим и физико-химическим показателям должно соответствовать ГОСТ 31449. Органолептические показатели молока-сырья характеризуются однородной консистенцией без осадка и хлопьев, чистым вкусом и запахом без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему молоку, и цветом от белого до светло-кремового. Соответствие этим показателям способствует выявлению порчи сырья и других несоответствий на начальных стадиях приемки. В случае соответствия всем показателям молоко отправляется на определение физико-химических свойств. Массовая доля жира и массовая доля белка в сыром молоке должны быть не менее 2,8 %. Кислотность сырого молока варьируется от 16 до 21°Т. Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока – не менее 8,2 %, а плотность не менее 1027,0 $кг/м^3$. Группа чистоты не ниже II. Содержание в 1 $см^3$ соматических клеток не более $4{,}0 \cdot 10^5$, КМАФАнМ – не более $1{,}0 \cdot 10^5$. После получения результатов исследований и соответствия перечисленным показателям молоко направляется на дальнейшую переработку для производства йогурта.

Первым этапом технологии является перекачивание молока при помощи насосов в резервуар для временного хранения. Далее молоко подогревается до температуры плюс 35°С, протекая через пластинчатый теплообменник, и попадает в сепаратор-молокоочиститель. С помощью центробежной силы из молока удаляются механические примеси. После чего молоко направляется в сепаратор-нормализатор, где происходит отделение сливок от обезжиренного молока и смешивание их в нужной пропорции для достижения необходимой жирности 2,5%.

Следующим шагом является гомогенизация, которая осуществляется путем прохождения молока, подогретого до 50°С, через узкое пространство внутри гомогенизатора под давлением 15 МПа. Данный процесс необходим для дробления жировых шариков и равномерного их распределения в молоке.

Далее молоко пастеризуют при температуре плюс 90°С не менее 15 секунд для уничтожения микроорганизмов, которые приводят к порче молока, и охлаждают до температуры плюс 36…40°С в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке, чтобы продукт достиг температуры сквашивания.

Сквашивание молока происходит в резервуаре с рубашкой, оснащенном мешалкой. Готовность йогурта определяется образованием сгустка и нарастанием кислотности не более 110°Т. На данном этапе в йогурт вносится наполнитель из черной смородины и проводится тщательное перемешивание в течение 15 минут. После чего готовый продукт разливается в стаканы объемом 250 мл и укупоривается защитной пленкой. В это же время происходит фасовка ржаных отрубей в пакетики по 15 г. Пакетики помещаются в крышки, которые затем скрепляются со стаканчиками, наполненными йогуртом, и к собранному стаканчику приклеиваются пластиковые трубочки.

Готовый продукт направляется в холодильную камеру, где хранится при температуре плюс 4±2°С.

Представленная технология производства йогурта полностью отвечает актуальным запросам рынка на функциональные и натуральные продукты. Благодаря высокой технологичности процесса и использованию доступного сырья, данное решение легко интегрируется в производственные циклы предприятий любого масштаба. Это позволяет не только оптимизировать затраты, но и в кратчайшие сроки расширить ассортимент конкурентоспособной продукцией, соответствующей принципам здорового питания.

Научный руководитель – Короткова А.И., преподаватель

Список литературы

1. Кабанова Т.В. Оценка органолептических характеристик греческого йогурта, изготовленного из безлактозного молока / Т.В. Кабанова, Ю.А.Кислюнина, Р.В. Гиноян//Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С.263-266

2. Купсольцева А.В. Анализ использования различных видов отрубей в составе йогуртов / А.В. Купсольцева, Л.М.Суфьянова// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции / Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С. 452-454

3. Шувалова Е.Г. Белковое питание и его полноценность// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С. 287-289
4. Долгорукова М.В. Влияние условий хранения на микрофлору сырого молока / М.В. Долгорукова, И.В.Мацкевич // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С 389-391

УДК 637.146.34

Казанцев А.Ю., Тимофеев И.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

Аннотация. В статье представлены результаты исследования органолептических свойств молочного продукта для спортивного питания с повышенным содержанием белка. Актуальность работы обусловлена необходимостью улучшения потребительских характеристик высокобелковых молочных продуктов без использования дополнительных вкусоароматических добавок. В ходе эксперимента была проведена выработка трех модельных образцов: контрольного (без фермента) и опытных с внесением 1 % и 2 % лактазы. Статистическая обработка результатов дегустационной оценки показала, что ферментативная обработка способствует достоверному ($p<0,05$) улучшению вкуса и консистенции продукта. Средняя балльная оценка вкуса повысилась с 4,0 в контроле до 4,8 в образце с 2 % лактазы, а оценка консистенции – с 4,5 до 4,9 балла соответственно. Снижение коэффициента вариации (V, %) по показателю вкуса с 8,0 до 4,17 свидетельствует о повышении стабильности и предсказуемости органолептического профиля. Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь ($r = 0,92$) между дозировкой фермента и итоговой дегустационной оценкой. Полученные данные подтверждают эффективность применения лактазы для формирования улучшенных сенсорных характеристик специализированных продуктов питания.

Ключевые слова: спортивное питание, молочный белок, органолептическая оценка, ферментативная обработка, лактаза, потребительские свойства.

Разработка продуктов спортивного питания с повышенным содержанием белка является одним из приоритетных направлений современной пищевой индустрии [4]. Молочный белок, обладающий высокой биологической ценностью и сбалансированным аминокислотным составом, служит идеальной основой для таких продуктов [3, 5]. Однако повышение массовой доли белка часто сопровождается ухудшением структурно-механических и вкусовых характеристик, что требует применения технологических приемов для коррекции органолептических свойств [1].

Перспективным методом является использование ферментативных технологий, в частности, гидролиз лактозы с помощью фермента лактазы (β-галактозидазы). Данный процесс не только снижает содержание лактозы, что актуально для лиц с ее непереносимостью, но и способствует образованию глюкозы и галактозы. Эти моносахариды обладают более высокой степенью сладости по сравнению с лактозой, что придает продукту естественную сладость без добавления сахара, а также улучшает его консистенцию за счет изменения водосвязывающей способности [2].

Несмотря на известные преимущества ферментативной обработки, вопросы ее дозирования и статистически подтвержденного влияния на комплекс органолептических показателей высокобелковых молочных продуктов изучены недостаточно. Это определяет актуальность настоящего исследования.

Целью данной работы явилось статистически обоснованное исследование влияния различных дозировок ферментного препарата лактазы на органолептические показатели кремообразного продукта спортивного питания с повышенным содержанием белка.

Экспериментальная часть работы выполнялась в лаборатории Технологии и экспертихы продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет в 2025 году.

Объектами исследования служили модельные образцы кремообразного продукта, выработанные на основе обезжиренного молока (массовая доля белка 3,5 %, жира – 0,05 %). Технологическая схема включала пастеризацию (92 °С, 30 с), сгущение до массовой доли сухих веществ 30 % и длительную тепловую обработку (88 °С, 25 мин) для формирования заданных структурно-механических свойств. Ферментный препарат лактазы в жидкой форме вносили на стадии охлаждения до температуры (25±2) °С, оптимальной для активности фермента. Были изготовлены три образца:

- Контрольный образец (К) – без внесения фермента;
- Образец 1 – с внесением 1 % жидкой лактазы;
- Образец 2 – с внесением 2 % жидкой лактазы.

Выбор дозировок обусловлен анализом литературных данных и рекомендациями производителей ферментных препаратов.

Органолептическую оценку проводили по пятибалльной шкале в соответствии с ГОСТ 33566-2015 по показателям: внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус. В дегустации участвовала комиссия из 10 экспертов (n=10), специализирующихся в области оценки молочной продукции. Образцы кодировались и подавались в случайном порядке.

Статистическую обработку результатов проводили методами вариационной статистики с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel. Рассчитывали: среднее арифметическое (M), среднеквадратическое отклонение (σ), стандартную ошибку среднего (m±), коэффициент вариации (V, %), а также минимальные и максимальные границы показателя. Достоверность различий между группами оценивали по t-критерию Стьюдента для независимых выборок. Для выявления взаимосвязи между дозировкой фермента и органолептическими показателями применяли корреляционный анализ Пирсона.

В ходе исследования установлено, что внешний вид, цвет и запах всех образцов соответствовали требованиям, предъявляемым к кремообразным молочным продуктам, и не имели статистически значимых различий. Продукты характеризовались однородной, равномерной структурой, чистым молочным запахом, без посторонних оттенков. Цвет – белый, равномерный по всей массе.

Наиболее существенное влияние ферментативная обработка оказала на консистенцию и вкус продукта. В опытных образцах отмечено формирование более нежной, однородной и стабильной кремообразной структуры. Вероятно, это объясняется изменением взаимодействия между белками и продуктами гидролиза лактозы, что влияет на реологические свойства системы. Результаты статистической обработки органолептических показателей представлены в таблице 1.

Таблица 1 Органолептическая оценка модельных образцов (M±m, баллы)

Показатель	Контрольный образец (К)	Образец 1 (О1, 1% фермента)	Образец 2 (О2, 2% фермента)
Вкус	4,0±0,16	4,4±0,14	4,8±0,10
Запах	4,8±0,12	4,8±0,12	4,9±0,08
Консистенция	4,5±0,20	4,7±0,15	4,9±0,10
Цвет	5,0±0,00	5,0±0,00	5,0±0,00
Внешний вид	5,0±0,00	5,0±0,00	5,0±0,00

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает четкую тенденцию к повышению вкусовой оценки по мере увеличения дозировки фермента. Средний балл закономерно возрастает с 4,0 в контрольном образце до 4,8 в образце с максимальной дозировкой лактазы. Прирост оценки на 0,8 балла (20 %) является существенным с потребительской точки зрения и объясняется появлением приятной, чистой сладости за счет гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы, сладость которых составляет 70% и 110% от сладости сахарозы соответственно [3].

Различия между контрольным и опытными образцами являются статистически значимыми ($p < 0,05$), что подтверждает объективность выявленного влияния ферментативной обработки.

Также мы констатировали аналогичную тенденцию для показателя «консистенция». Наблюдается не только повышение средней оценки с 4,5 до 4,9 балла, но и значительное снижение вариабельности оценок. Коэффициент вариации снижается с 8,89 % в контроле до 4,08 % в образце О2, что свидетельствует о формировании стабильно однородной структуры, высоко оцениваемой всеми членами дегустационной комиссии.

Данные таблицы 1 подтверждают, что наилучшие органолептические характеристики достигнуты в образце с дозировкой фермента 2 %. Наряду с улучшением вкуса и консистенции, наблюдалась тенденция к улучшению запаха, что, вероятно, связано с высвобождением ароматических соединений в процессе ферментации и в комплексе формирует высокие потребительские свойства готового продукта.

Проведенный корреляционный анализ (табл. 2) выявил очень сильную положительную связь между дозировкой вносимого фермента и итоговой дегустационной оценкой продукта ($r = 0,94$). Это математически подтверждает, что улучшение органолептических свойств напрямую обусловлено именно ферментативной обработкой, а не случайными факторами.

Таблица 2 - Корреляционный анализ взаимосвязи дозировки фермента и органолептических показателей

Показатель	Коэффициент корреляции Пирсона (r)	Сила связи
Вкус	0,92	Очень сильная
Консистенция	0,89	Сильная
Интегральная оценка	0,94	Очень сильная

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о высокой эффективности применения ферментативной обработки лактазой для целенаправленной модификации органолептических свойств высокобелковых молочных продуктов. Статистический анализ экспериментальных данных доказал, что внесение 2 % ферментного препарата обеспечивает:

1. Достоверное ($p<0,05$) повышение дегустационной оценки вкуса на 20 % и консистенции на 9 % по сравнению с контролем.
2. Формирование стабильного и предсказуемого органолептического профиля, о чем свидетельствует снижение коэффициента вариации по ключевым показателям до уровня менее 5 %.
3. Наличие очень сильной корреляционной связи ($r = 0,94$) между дозировкой фермента и итоговым качеством продукта, что подтверждает технологическую целесообразность данного приема.

Разработанный продукт с улучшенными сенсорными характеристиками может быть рекомендован к внедрению в рацион спортивного питания. Применение статистических методов оценки позволяет объективизировать результаты и гарантировать стабильность качества при промышленном производстве. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение влияния ферментативной обработки на сохранность органолептических свойств в процессе хранения.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Гаврилов, Г.Б. Реологические свойства сывороточных белковых концентратов/ Г.Б. Гаврилов // Молочная промышленность.- 2006.- №4- С. 82.
2. Погожева Н.Н. Функциональные молочные продукты симбиотического класса/ Н.Н. Погожева, Т.В. Кабанова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. Т. 1. № 4 (4). С. 47-51.
3. Остроумов Л.А. Состав и свойства ультрафильтрационных концентратов сывороточных белков / Л.А. Остроумов, Г.Б. Гаврилов // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2006.- №5.- С. 48-49.
4. Токаев Э.С. Технология продуктов спортивного питания : учеб. пособие / Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов, Е.А. Некрасов, А.А. Хасанов. – М. : МГУПБ, 2010.
5. Царегородцева Е.В. Химия пищи : практикум / Е.В. Царегородцева - М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Марийский гос. ун-т", Аграрно-технологический ин-т. — Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2013. — 135 с

УДК 637.1:006.83

Казанцев А.Ю., Тимофеев И.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Аннотация. В статье представлены результаты идентификации опасностей и определения критических контрольных точек при производстве кремообразного продукта спортивного питания с повышенным содержанием белка. На основе методологии ХАССП разработаны процедуры мониторинга технологических параметров и корректирующие мероприятия, обеспечивающие безопасность готовой продукции. Установлены критические пределы для этапов тепловой обработки, внесения ферментного препарата и хранения. Показано, что применение принципов ХАССП позволяет минимизировать риски возникновения биологических, химических и физических опасностей на всех этапах технологического цикла.

Ключевые слова: ХАССП, управление качеством, безопасность пищевой продукции, спортивное питание, молочный продукт, критические контрольные точки, анализ опасностей.

В современных условиях развития пищевой промышленности особое значение приобретает обеспечение безопасности и стабильности качества продуктов питания, предназначенных для специализированных групп населения. Спортивное питание относится к категории продуктов, требования к безопасности которых являются наиболее высокими, поскольку они предназначены для лиц, подвергающихся интенсивным физическим нагрузкам и имеющих повышенную потребность в нутриентах [1, 2].

Производство кремообразных продуктов спортивного питания с повышенным содержанием белка на основе молочного сырья включает сложные технологические операции: пастеризацию, сгущение, тепловую обработку, ферментативную модификацию. Каждый из этих этапов создает потенциальные предпосылки для возникновения биологических, химических и физических опасностей, что требует внедрения эффективной системы управления безопасностью [3].

В соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и рекомендациями Codex Alimentarius, система ХАССП является обязательным элементом управления безопасностью для всех производителей пищевой продукции [4].

Цель работы – разработка элементов системы управления качеством и безопасностью на основе принципов ХАССП при производстве кремообразного продукта спортивного питания с повышенным содержанием белка.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлся технологический процесс производства кремообразного продукта спортивного питания с повышенным содержанием белка, разработанный на основе обезжиренного молока с применением процессов сгущения и ферментативной обработки лактазой.

Анализ опасностей проводили с использованием методологии, изложенной в рекомендациях Codex Alimentarius и научно-методической литературе по управлению качеством пищевой продукции [4]. Рассматривали три группы потенциальных опасностей: биологические, химические и физические. Идентификацию критических контрольных точек (ККТ) осуществляли с применением дерева принятия решений, рекомендованного международной практикой ХАССП.

Результаты и их обсуждение

Анализ потенциальных опасностей технологического процесса

Технологическая схема производства кремообразного продукта спортивного питания включает следующие основные этапы: приемка и подготовка сырья, пастеризация обезжиренного молока, сгущение, длительная тепловая обработка, охлаждение, внесение ферментного препарата, перемешивание и фасовка, хранение готового продукта.

В результате анализа выявлены следующие потенциальные опасности:

Биологические опасности. На этапе приемки сырья существует риск контаминации сырого молока патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, включая бактерии группы кишечных палочек, сальмонеллы, листерии. При нарушении температурно-временных режимов пастеризации и тепловой обработки возможно недостаточное уничтожение микрофлоры. На стадиях сгущения и охлаждения при несоблюдении технологических параметров создаются условия для роста остаточной микрофлоры. В процессе хранения при нарушении температурного режима возможно развитие микроорганизмов, приводящее к порче продукции [6].

Химические опасности. Основные химические риски связаны с возможностью превышения допустимых концентраций моющих и дезинфицирующих средств при недостаточном ополаскивании оборудования после санитарной обработки. При ручном внесении ферментного препарата лактазы существует риск передозировки или недостаточной дозировки, что может повлиять на качество продукта и его безопасность. Также возможно присутствие остаточных количеств антибиотиков и других контаминантов в исходном сырье при отсутствии должного входного контроля [5].

Физические опасности. Физические опасности включают риск попадания посторонних включений (частиц оборудования, упаковочных материалов, металлической стружки) на этапах перемешивания и фасовки готового продукта.

Определение критических контрольных точек

На основе проведенного анализа опасностей и с применением дерева принятия решений были определены пять критических контрольных точек технологического процесса, требующих постоянного мониторинга для обеспечения безопасности готовой продукции.

ККТ-1: Пастеризация обезжиренного молока. Данный этап является критическим для уничтожения патогенной микрофлоры исходного сырья. Критические пределы: температура 92 °С, время выдержки 30 секунд. Превышение данных параметров может приводить к нежелательным изменениям белковой фазы, а занижение – к недостаточной пастеризации.

ККТ-2: Длительная пастеризация сгущенного молока. Этап обеспечивает микробиологическую стабильность продукта после концентрирования. Критические пределы: температура 88 °С, время выдержки 25 минут. Данный режим подобран с учетом повышенного содержания сухих веществ и необходимости сохранения нативных свойств белка [5].

ККТ-3: Охлаждение до температуры внесения фермента. Температура охлаждения влияет на активность вносимого ферментного препарата. Критический предел: температура не выше 25 °С. Превышение данного значения может приводить к инактивации фермента или неконтролируемому гидролизу лактозы.

ККТ-4: Внесение ферментного препарата. Дозировка лактазы определяет степень гидролиза лактозы и формирование органолептических свойств продукта. Критические пределы: дозировка 1–2 % от массы продукта. Отклонение от установленного диапазона может приводить к недостаточной или избыточной сладости, а также к изменению структуры продукта.

ККТ-5: Хранение готового продукта. Температурный режим хранения обеспечивает сохранность продукта в течение установленного срока годности. Критический предел: температура согласно нормативной документации (4±2 °С). Отклонение от данного режима может приводить к развитию микрофлоры и порче продукции.

Разработка системы мониторинга и корректирующих мероприятий

Для каждой критической контрольной точки разработаны процедуры мониторинга и корректирующие действия на случай выявления отклонений.

Мониторинг ККТ-1 и ККТ-2 осуществляется с использованием поверенных средств измерения температуры с регистрацией показаний в журналах контроля не реже одного раза в час. При отклонении от критических пределов продукт направляется на повторную тепловую обработку или утилизируется в зависимости от степени отклонения.

Контроль ККТ-3 проводится с использованием термометров, корректирующее действие – регулировка интенсивности охлаждения или увеличение времени выдержки для достижения требуемой температуры.

Мониторинг ККТ-4 осуществляется оператором визуально и с использованием мерной посуды. При выявлении отклонений проводится коррекция дозирования, партия продукта подвергается дополнительному контролю качества.

Для ККТ-5 предусмотрен ежедневный контроль температуры в холодильных камерах с регистрацией показаний. При нарушении температурного режима продукт подлежит блокировке и проведению внеплановых микробиологических исследований для решения вопроса о возможности его реализации.

Валидация и верификация системы ХАССП

Для подтверждения эффективности разработанной системы ХАССП проведены микробиологические исследования готовой продукции, подтвердившие соответствие требованиям безопасности. Значения КМАФАнМ и отсутствие бактерий группы кишечных палочек во всех исследованных образцах находились в пределах допустимых значений, что свидетельствует об эффективности выбранных критических пределов и корректности процедур мониторинга.

Установленный срок хранения готового продукта – 14 суток при соблюдении температурного режима (4±2 °С) – подтвержден экспериментальными исследованиями стабильности показателей качества и безопасности в течение данного периода.

Заключение

В результате проведенной работы разработаны элементы системы управления качеством и безопасностью на основе принципов ХАССП при производстве кремообразного продукта спортивного питания с повышенным содержанием белка. Идентифицированы потенциальные биологические, химические и физические опасности, характерные для технологического процесса переработки молочного сырья с применением ферментативной обработки.

Определены пять критических контрольных точек, для каждой из которых установлены критические пределы, разработаны процедуры мониторинга и корректирующие действия. Внедрение разработанной системы ХАССП обеспечивает стабильность качества и безопасность готовой продукции на всех этапах технологического процесса, что подтверждено результатами микробиологических исследований.

Предложенные решения могут быть рекомендованы для практического применения на предприятиях молочной промышленности, специализирующихся на выпуске функциональных продуктов спортивного питания.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Лисицын А.Б. Специализированные продукты питания: научные основы и технологии / А.Б. Лисицын. – М.: ВНИИМП, 2016. – 392 с.
2. Зиновьева О.А. Управление качеством пищевой продукции на основе принципов ХАССП: учебное пособие / О.А. Зиновьева. – М.: Академия, 2017. – 240 с.
3. Codex Alimentarius Commission. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its Application. – Rome: FAO/WHO, 2020. – 36 p.

4. Сафронова Т.Н. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов / Т.Н. Сафронова. – М.: Академия, 2018. – 256 с.
5. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / Л.В. Голубева. – М.: КолосС, 2009. – 368 с.

УДК 637.334

Чемеева А.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С ФРУКТОВО – ЯГОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Аннотация. В статье рассмотрена разработка рецептуры и технологии производства мягкого термокислотного сыра с фруктово-ягодными наполнителями: курагой, черносливом и клюквой. Разработана технологическая схема производства сыра, основанная на термокислотной коагуляции молока с использованием кислой сыворотки. Изучено влияние различных видов наполнителей на органолептические показатели готового продукта. Установлено, что внесение фруктово-ягодных компонентов позволяет расширить ассортимент мягких сыров функционального назначения и повысить их потребительскую привлекательность.

Ключевые слова: термокислотный сыр, коагуляция, кислая сыворотка, курага, чернослив, клюква, растительные наполнители.

Улучшение качества питания населения и создание продуктов функционального назначения является приоритетным направлением развития пищевой промышленности. Особое место в рационе человека занимают молочные продукты как основной источник полноценного животного белка, кальция и других жизненно необходимых нутриентов[0].

Сыры относятся к наиболее концентрированным молочным продуктам по содержанию белка и минеральных веществ. Перспективным направлением развития сыроделия является производство мягких термокислотных сыров, отличающихся упрощённой технологией, отсутствием стадии созревания и высокой пищевой ценностью[0].

Мягкие термокислотные сыры относятся к группе свежих сыров, получаемых путем коагуляции молочных белков при повышенной температуре с внесением кислотного компонента, в частности молочной сыворотки. В отличие от традиционных сычужных сыров, данная технология не предусматривает длительного созревания и основана на термокислотной денатурации сывороточных и частично казеиновых белков, что обеспечивает формирование нежной, однородной консистенции продукта [0].

Термокислотное свертывание осуществляется при температуре 90–92°С с одновременным повышением кислотности среды, в результате чего происходит денатурация β-лактоглобулина и его взаимодействие с к-казеином, что способствует включению сывороточных белков в структуру сгустка и увеличению выхода готового продукта. Данный способ позволяет получить сыр с повышенной биологической ценностью за счёт более полного использования белковых фракций молока [0].

Современные направления развития молочной промышленности предусматривают создание продуктов функционального назначения путём введения растительных компонентов, богатых биологически активными веществами. Перспективным является использование сухофруктов и ягод как источников пищевых волокон, антиоксидантов, витаминов и минеральных веществ [0].

Курага содержит пектиновые вещества и органические кислоты, оказывающие положительное влияние на обмен веществ и функционирование желудочно-кишечного тракта . Введение кураги в рецептуру мягкого термокислотного сыра позволяет повысить минеральную ценность продукта и сформировать мягкий сладковатый вкус [0].

Чернослив содержит значительное количество пищевых волокон, витаминов группы В, а также калий, магний и железо. Благодаря высокому содержанию клетчатки и фенольных соединений чернослив способствует нормализации пищеварительных процессов и обладает антиоксидантными свойствами [0].

Клюква является источником витамина С, антоцианов, флавоноидов и органических кислот. Наличие биологически активных соединений обуславливает её антиоксидантные и противовоспалительные свойства. Органические кислоты клюквы обладают природной антимикробной активностью, что может способствовать повышению стабильности продукта при хранении [0].

Поэтому нами были проведены исследования по изучению влияния вносимых фруктово – ягодных наполнителей в количестве 7% на органолептические показатели мягкого сыры. Все

эксперименты проводились в ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» в лаборатории кафедры технологии мясных и молочных продуктов

В целях исследования изготовлены 4 образца:

Образец 1 – контрольный без внесения наполнителя,

Образец 2 - с добавлением кураги 7%,

Образец 3 – с добавлением чернослива 7%,

Образец 4 – с добавлением клюквы 7%.

Для выработки образцов термокислотного сыра добавлением наполнителей разработана технологическая схема, основанная на типовой классической технологии традиционного мягкого сыра (рис. 1). Наполнители вносили предварительно выдержанные в горячей воде при температуре в диапазоне 80 – 95С в течение от 25 до 35 минут в измельченном виде.

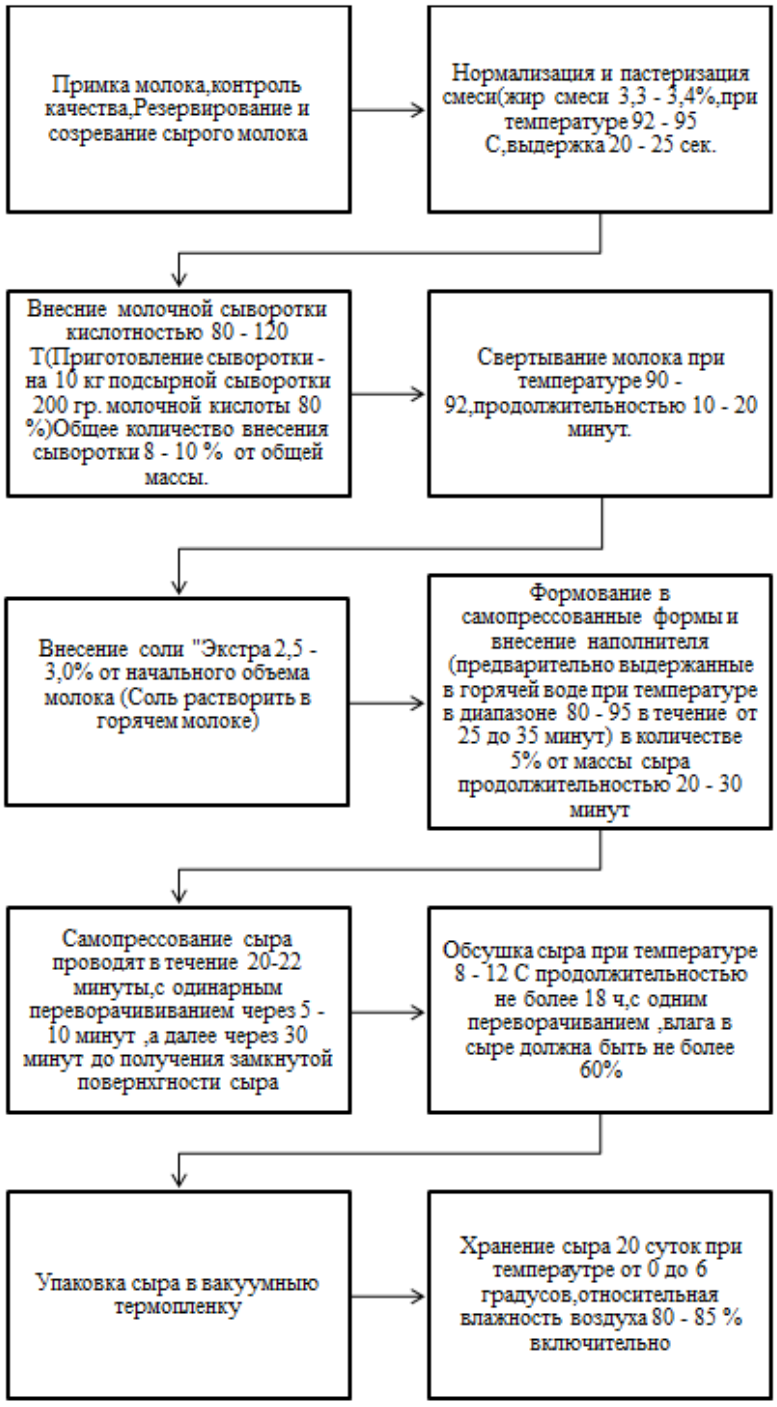


Рисунок 1. Схема производства мягкого сыра с внесением наполнителей

Выработанные образцы мягкого сыра с внесением наполнителей анализировали по органолептическим показателям по пятибалльной шкале: в 5 баллов оценивался показатель, если он соответствовал требованиям нормативно-технической документации; 4 – если имелись минимальные отклонения, 3 – заметные отклонения, 2 – значительные отклонения, 1 – очень значительные отклонения, 0 – продукт непригоден для потребления. На рисунке 2 представлены результаты органолептической оценки мягкого сыра с добавлением наполнителей.

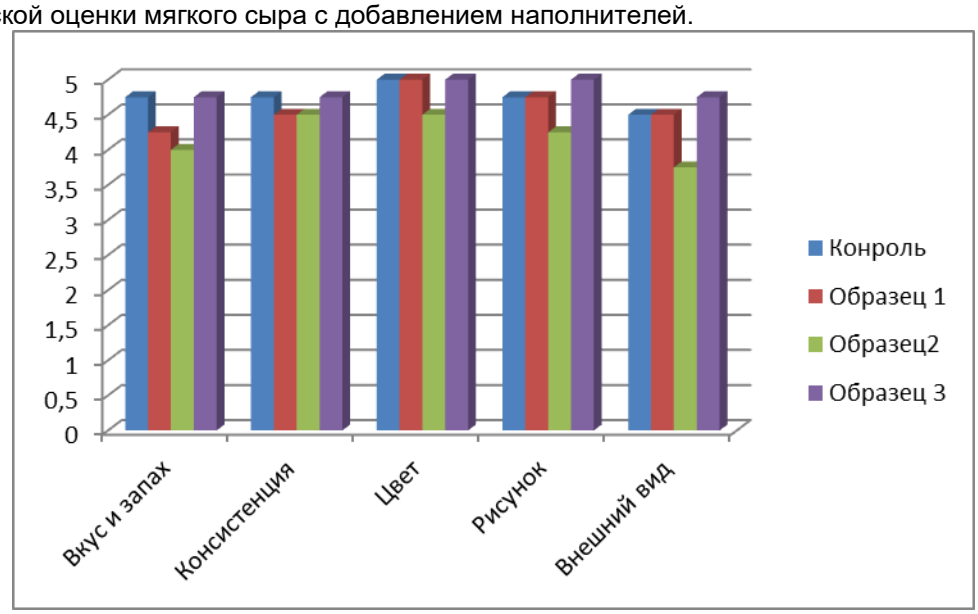


Рис.2 - Органолептическая оценка мягкого с добавлением наполнителей

Контрольный образец получил высокие органолептические оценки: вкус и запах — 4,75 балла, консистенция — 4,75 балла, цвет — 5 баллов, рисунок — 4,75 балла, внешний вид — 4,5 балла. Продукт характеризовался чистым кисломолочным вкусом, нежной консистенцией и однородной структурой.

Образец 1 с добавлением кураги также получил достаточно хорошие оценки. Вкус и запах были оценены в 4,25 балла, что на 0,5 балла ниже контрольного образца. Это можно объяснить тем, что сочетание мягкого сыра с курагой является менее привычным для потребителя. Консистенция составила 4,5 балла (на 0,25 балла ниже контроля). Цвет и рисунок были оценены так же, как у контрольного образца (5 и 4,75 балла соответственно), а внешний вид составил 4,5 балла, что соответствует контрольному образцу.

Образец 2 с добавлением чернослива получил несколько более низкие оценки. Вкус и запах составили 4 балла, что на 0,75 балла ниже контрольного образца. Это можно объяснить тем, что чернослив обладает ярко выраженным и специфическим вкусом, который нравится не всем потребителям. Консистенция была оценена в 4,5 балла (на 0,25 балла ниже контроля). Цвет составил 4,5 балла, рисунок — 4,25 балла, а внешний вид — 3,75 балла, что также ниже показателей контрольного образца.

Образец 3 с добавлением клюквы получил наиболее высокие оценки среди опытных образцов. Вкус и запах были оценены в 4,75 балла, что соответствует контрольному образцу. Кисло-сладкий вкус клюквы хорошо сочетается с мягким сыром, поэтому данный образец был воспринят дегустаторами наиболее положительно. Консистенция также составила 4,75 балла, цвет — 5 баллов, рисунок — 5 баллов, а внешний вид — 4,75 балла, что немного выше показателей контрольного образца.

В целом можно отметить, что образцы с курагой и черносливом имеют более необычное вкусовое сочетание и могут быть рассчитаны на определённую группу потребителей. Наиболее гармоничное сочетание вкуса и наивысшие органолептические оценки получил образец с добавлением клюквы, который по ряду характеристик не уступал контрольному образцу и даже превосходил его.

Установлено, что внесение 7 % наполнителя обеспечивает улучшение органолептических показателей.

Клюква является распространённой ягодной культурой на территории Республики Марий Эл и относится к традиционным дикорастущим ягодам региона. Благодаря широкому распространению в природных условиях она является доступным местным сырьём для пищевой промышленности. Использование клюквы при производстве молочной продукции позволяет применять региональные растительные ресурсы, расширять ассортимент продуктов и повышать их пищевую ценность.

Производство данного вида сыра является технологически целесообразным и экономически перспективным направлением расширения ассортимента мягких сыров функционального назначения.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Васикова, И. Г. Разработка технологии производства сыра "Студенческий" с добавлением кураги и маслин / И. Г. Васикова // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. В 2-х частях, Чебоксары, 05–06 марта 2019 года. Том Часть 1. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 69-71. – EDN EWARHQ.
2. Разработка технологии производства мягкого сыра / К. В. Эзергайль, А. С. Филатов, Е. А. Мельникова, А. Г. Мельников // Перспективные аграрные и пищевые инновации : Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 06–07 июня 2019 года / Под общей редакцией И.Ф. Горлова. Том 2. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "СФЕРА", 2019. – С. 116-119. – EDN ORUBWZ.
3. Русник, Я. И. Разработка технологии мягкого сыра с использованием растительного сырья / Я. И. Русник, М. А. Захаренко // Каталог выпускных квалификационных работ Кузбасского государственного аграрного университета - 2024. – Кемерово : Кузбасский ГАУ, 2024. – С. 401-403. – EDN QBMXMX.
4. Сакс, Д. А. Мягкий сыр с добавкой из плодов клюквы / Д. А. Сакс, К. С. Ромадановская, Е. С. Мартынюк [и др.] // Вестник современных исследований. – 2020. – № 2-3(32). – С. 43-44. – EDN ZVKNDV.
5. Фурсова, К. И. Повышение пищевой и биологической ценности мягких сыров, обогащенных растительными компонентами / К. И. Фурсова // Студенческие исследования - производству : Материалы 30-й студенческой научной конференции по естественным, техническим и гуманитарным наукам, Благовещенск, 09 ноября 2022 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 330-335. – EDN LAXQYB.
6. Шамилов Ш.А., Стрижак Я.А., Неверов В.Ю. Разработка функционального продукта, направленного на профилактику заболеваний сердечно-сосудистой системы // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания. - 2019. - № 4. - С. 324-327. EDN: CLQTQQ
7. Шель ,И. А. Использование растительных компонентов в технологии мягких сыров / И. А. Шель, Л. С. Прохасько, М. А. Колмыков, И. В. Колдин // Приоритетные направления развития пищевой индустрии: сб. науч. ст. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2016. С. 637-639.

УДК 637.3.05

Чемеева А.В.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С ФРУКТОВО – ЯГОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Аннотация. В данной статье представлено управление качеством мягкого термокислотного сыра с добавлением вяленой клюквы, кураги и чернослива. Целью проведённого исследования является определение оптимальных условий и параметров технологического процесса производства инновационной пищевой продукции на основе анализа опасных факторов и определения критических контрольных точек. Используя методы анализа и системного подхода, определены основные этапы управления качеством.

Ключевые слова: мягкий сыр, наполнитель, ХАССП, критические контрольные точки.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению спроса на натуральные молочные продукты, обогащённые растительными компонентами[0]. Покупатели всё чаще ориентируются на состав изделий, уровень их безопасности и наличие функциональных свойств. В ответ на данные потребности производители расширяют ассортимент, создавая новые виды сыров, в которых традиционные технологические решения сочетаются с натуральными добавками [7].

Одним из важных направлений совершенствования технологий производства мягких сыров является использование различных растительных компонентов, позволяющих расширять ассортимент и повышать пищевую ценность продукции. Фруктово-ягодные наполнители содержат органические кислоты, пищевые волокна, витамины и биологически активные вещества, что способствует формированию оригинальных органолептических свойств и повышению потребительской привлекательности продукта. В то же время введение растительных компонентов в молочную основу требует особого внимания к вопросам безопасности и качества, поскольку такие ингредиенты могут являться дополнительным источником микробиологического загрязнения [8].

В современных условиях особое значение приобретает система управления качеством продукции, центральным элементом которой является контроль её безопасности[0]. Эффективная организация контроля качества позволяет достигать запланированных показателей, обеспечивать стабильность технологического процесса и выпуск безопасной, конкурентоспособной продукции [0].

Важную роль в обеспечении безопасности и качества молочной продукции играет соблюдение требований действующей нормативно-правовой базы. В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» предприятия пищевой промышленности обязаны внедрять и поддерживать процедуры, основанные на принципах системы ХАССП, направленные на предупреждение, устранение или снижение до допустимого уровня потенциальных опасных факторов на всех стадиях производства, хранения и реализации продукции.

Дополнительные требования к безопасности сырья и готовой молочной продукции установлены ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», который регламентирует показатели качества молока-сырья, условия технологической переработки, требования к хранению и обращению молочной продукции. Соблюдение данных нормативных документов является обязательным условием производства безопасных молочных продуктов и обеспечивает эффективное функционирование системы управления качеством на предприятии [5,6].

Концепция, заложенная в ISO 22000 и основанная на семи принципах HACCP, получила широкое распространение в молочной промышленности. Принципы включают:

1. Проведение анализа опасных факторов.
2. Определение критических контрольных точек (ККТ).
3. Установление критических пределов.
4. Организацию мониторинга.
5. Разработку корректирующих действий.
6. Проведение процедур проверки.
7. Документирование процедур и результатов контроля.

Система ХАССП направлена на предупреждение возникновения опасных факторов при производстве, хранении и реализации пищевой продукции[0].

Целью работы является исследование вопросов управления качеством при производстве мягкого термокислотного сыра с добавлением вяленой клюквы, кураги и чернослива.

В результате анализа технологической схемы установлено, что процесс производства включает следующие операции: приемка молока, нормализация и пастеризация смеси при температуре 90–92°С с выдержкой 20–25 сек, внесение молочной сыворотки кислотностью 80–120°Т, свертывание молока при температуре 90–92°С, внесение соли, формование и самопрессование, обсушка, внесение сухофруктов, упаковка в вакуумную термопленку и хранение при температуре 0–6°С.

В процессе разработки системы ХАССП осуществляется анализ потенциальных источников опасности на всех стадиях технологического процесса. Нами были выделены критические контрольные точки технологического процесса:

ККТ1 — пастеризация молока.

На данном этапе осуществляется уничтожение патогенных микроорганизмов, присутствующих в сыром молоке (Salmonella, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, бактерии группы кишечной палочки). Контроль заключается в строгом соблюдении температурного режима и времени пастеризации. Несоблюдение данных параметров может привести к сохранению патогенной микрофлоры в продукте.

ККТ2 — охлаждение молока после пастеризации.

При нарушении режима охлаждения возможно развитие остаточной микрофлоры. Контроль осуществляется путём своевременного охлаждения молока до установленной температуры и соблюдения санитарно-гигиенических условий производства.

ККТ3 — подготовка и внесение подсырной сыворотки.

Подсырная сыворотка, используемая в технологии термокислотного свертывания молока, может являться источником микробиологического загрязнения. В связи с этим особое внимание уделяется качеству сыворотки и условиям её хранения. Контроль заключается в использовании свежей сыворотки, соблюдении санитарных требований при её внесении и предотвращении вторичного загрязнения.

ККТ4 — подготовка и внесение фруктово-ягодных наполнителей.

Фруктово-ягодные компоненты могут являться источником микробиологического загрязнения, так как на поверхности сухофруктов могут присутствовать дрожжи, плесневые грибы и условно-патогенные микроорганизмы. В нашей технологии в качестве таких наполнителей применяются вяленая клюква, курага и чернослив. Для предотвращения риска проводится предварительная подготовка, включающую сортировку, удаление посторонних примесей и дефектных плодов, а также термическую обработку. При этом соблюдаются санитарные требования при их внесении в сырную массу. Внесение фруктово-ягодных компонентов осуществляется во время стадии формования сыра. При этом особое внимание уделяется соблюдению санитарно-гигиенических требований: используется чистый инвентарь, подготовка наполнителей проводится на продезинфицированных рабочих поверхностях, а персонал соблюдает правила личной гигиены. Контроль на данном этапе заключается в оценке качества используемых наполнителей, соблюдении условий их хранения и предотвращении вторичного микробиологического загрязнения при их внесении в продукт.

Соблюдение данных требований позволяет снизить риск микробиологической контаминации и обеспечить безопасность мягкого термокислотного сыра с фруктово-ягодными наполнителями.

ККТ5 — упаковка и маркировка готового продукта.

На этапе упаковки возможно вторичное загрязнение продукта микроорганизмами из окружающей среды или от оборудования. Контроль заключается в соблюдении санитарного состояния упаковочного оборудования, использовании чистых упаковочных материалов и правильной маркировке продукции.

ККТ6 — охлаждение и хранение готового продукта.

Несоблюдение температурного режима хранения может привести к развитию микроорганизмов и ухудшению качества продукта. Контроль осуществляется путём поддержания установленной температуры хранения и соблюдения условий холодильного хранения продукции. Выделенные критические контрольные точки позволяют обеспечить безопасность производства мягкого термокислотного сыра с фруктово-ягодными наполнителями и предотвратить возникновение биологических опасных факторов на основных стадиях технологического процесса.

Применение принципов системы ХАССП на данных стадиях технологического процесса обеспечивает эффективный контроль возможных биологических опасных факторов и способствует выпуску безопасной и качественной продукции. Реализация разработанной системы контроля позволяет повысить стабильность технологического процесса, минимизировать риск микробиологического загрязнения и обеспечить соответствие продукции требованиям действующих нормативных документов в области безопасности пищевой продукции.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Валихов, А. Ф. Безопасность молочной продукции: анализ рисков микробной контаминации сыров / А. Ф. Валихов // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 3. – С. 46-50. – EDN PKNORB.
2. Васильев, И. Ю. Управление качеством мягкого сыра путем оптимального подбора функциональных компонентов / И. Ю. Васильев // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. – С. 397-400. – EDN TNKCRA.
3. ГОСТ Р 51705.1–2024. Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное / утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 апреля 2024 г. № 564-ст. — Москва: Стандартинформ, 2024. — 28 с.
4. Динер, Ю. А. Процесс планирования безопасности при производстве сыра с ягодным наполнителем / Ю. А. Динер, Н. А. Юрк // Продовольственная политика и безопасность. – 2024. – Т. 11, № 1. – С. 213-228. – DOI 10.18334/ppib.11.1.120202
5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».
7. Турантаева, А. В. Расширение ассортимента мягких сыров / А. В. Турантаева // Современные тенденции в пищевых производствах: Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции студентов и школьников, Красноярск, 31 января 2025 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2026. – С. 68-70. – EDN RPVNBF.
8. Фурсова, К. И. Повышение пищевой и биологической ценности мягких сыров, обогащенных растительными компонентами / К. И. Фурсова // Студенческие исследования - производству: Материалы 30-й студенческой научной конференции по естественным, техническим и гуманитарным наукам, Благовещенск, 09 ноября 2022 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 330-335. – EDN LAXQYB.

УДК 637.146.32

Тимофеев И.И., Казанцев А.Ю.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРЫ КЕФИРА

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью сохранения пробиотических свойств кисломолочных продуктов при создании безлактозных аналогов. Цель работы — изучение влияния различных дозировок ферментных препаратов лактазы и β-галактозидазы на микробиологические показатели кефира и выживаемость молочнокислой микрофлоры в процессе хранения. В работе использованы стандартные методы микробиологического анализа: определение

КМАФАнМ по ГОСТ 32901-2014, подсчет молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 33951-2016. Исследования проводились на 1-е, 7-е и 14-е сутки хранения при температуре (4±2) °С. Разработаны модельные рецептуры с варьированием дозировок лактазы (0-200 г/т) и β-галактозидазы (0-120 г/т). Установлено, что внесение ферментов стимулирует развитие молочнокислой микрофлоры. На 1-е сутки количество молочнокислых микроорганизмов в образцах с оптимальными дозировками (лактаза 100 г/т, β-галактозидаза 60 г/т) составляло (4,3-4,6) ×10⁷ КОЕ/см³ против 3,8×10⁷ КОЕ/см³ в контроле. К 14-м суткам хранения выживаемость микрофлоры в опытных образцах была на 86-93% выше контроля. Все образцы соответствовали нормативным требованиям (не менее 1×10⁷ КОЕ/см³) на протяжении всего срока хранения. Научная новизна заключается в установлении количественных закономерностей влияния гидролизованной лактозы на динамику развития и выживаемость пробиотических культур кефира. Практическая значимость состоит в подтверждении сохранения и усиления пробиотических свойств безлактозного кефира.

Ключевые слова: лактоза; лактаза; β-галактозидаза; кефир; микробиологические показатели; КМАФАнМ; молочнокислые микроорганизмы; пробиотики; выживаемость.

Кефир занимает особое положение среди ферментированных молочных продуктов благодаря уникальному симбиозу молочнокислых бактерий и дрожжей, определяющему его высокие функциональные свойства [1, 6]. Пробиотическая активность, иммуномодулирующее действие и способность нормализовать кишечную микробиоту делают его ценным компонентом здорового питания [2, 10].

При создании безлактозных аналогов кисломолочных продуктов критически важным является сохранение активности и жизнеспособности пробиотической микрофлоры при изменении углеводного состава субстрата [3, 9]. Замена лактозы на продукты ее гидролиза (глюкозу и галактозу) может существенно влиять на метаболизм заквасочных культур [4, 10].

Анализ литературы показывает, что вопросам снижения лактозы в молочных продуктах посвящено значительное количество исследований [5, 7]. Однако недостаточно данных о влиянии различных дозировок ферментных препаратов на микробиологические показатели кефира в динамике хранения, а также на выживаемость пробиотических культур к концу срока годности.

Цель исследования — изучение влияния различных дозировок ферментных препаратов лактазы и β-галактозидазы на микробиологические показатели кефира и выживаемость молочнокислой микрофлоры в процессе хранения.

Задачи исследования:

- Разработать модельные рецептуры кефира с различными дозировками ферментов лактазы и β-галактозидазы.
- Исследовать влияние ферментативной обработки на количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в динамике хранения.
- Изучить влияние гидролиза лактозы на численность и выживаемость молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения.
- Определить оптимальные дозировки ферментов, обеспечивающие максимальную сохранность пробиотической микрофлоры.

Объектами исследования являлись образцы кефира, выработанные по традиционной технологии (контроль) и с добавлением ферментных препаратов в различных дозировках.

Характеристика сырья и материалов. В качестве основного сырья использовали молоко коровье сырое, соответствующее ГОСТ Р 52054-2023, со следующими характеристиками: массовая доля жира — 3,8±0,1%, кислотность — 17-19 °Т, массовая доля белка — 3,1±0,1%. Закваска на кефирных грибках (нативная) соответствовала ГОСТ 34372-2017. Доза внесения закваски — 5% от объема.

Состав микрофлоры был следующий:

- молочнокислые бактерии — Lactobacillus caucasicus, Lactococcus lactis, Leuconostoc mesenteroides, Acetobacter aceti;
- дрожжи — Saccharomyces cerevisiae, Candida kefyr, Kluyveromyces marxianus.

Ферментные препараты:

- лактаза (препарат «Vitamir Лактаза», активность 4500 ЕД/г), соответствующий ТУ 10.89.19-144-71892692-2022;
- β-галактозидаза (препарат LACTAPROQ), активность 50000 ЕА/г, сертифицированный для применения в молочной промышленности.

Методы микробиологических исследований.

Микробиологические исследования проводили в соответствии с действующей нормативной документацией:

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) — по ГОСТ 32901-2014 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов». Метод основан на высеве продукта или его разведений в питательную среду, инкубировании посевов при температуре (30±1) °С в течение 72 ч и подсчете выросших колоний.

Подсчет молочнокислых микроорганизмов — по ГОСТ 33951-2016 «Молоко и молочные продукты. Методы определения молочнокислых микроорганизмов». Посев проводили в стерильное обезжиренное молоко и на плотные питательные среды (MRS-агар), инкубирование при температуре (30±1) °С в течение 72-120 ч в анаэробных условиях.

Контроль дрожжей и плесневых грибов — по ГОСТ 33566-2015 на среде Сабуро при температуре (24±1) °С в течение 5 суток.

Исследования проводились на 1-е, 7-е и 14-е сутки хранения при температуре (4±2) °С. Для каждого образца выполняли три параллельных определения.

Схема эксперимента.

Технологический процесс производства опытных образцов включал: подготовку сырья (нормализация, очистка, пастеризация при температуре 90±2 °С с выдержкой 5-10 мин); охлаждение до температуры ферментации (45-50 °С); внесение ферментных препаратов согласно модельным рецептурам (табл. 1, 2), продолжительность гидролиза — 1,5-2 ч; охлаждение до температуры заквашивания (37±2 °С), внесение закваски (5%); сквашивание при температуре 20±2 °С в течение 18-24 ч до достижения кислотности 85-100 °Т; охлаждение и созревание при температуре 4±2 °С в течение 12-24 ч.

Модельные рецептуры. Для определения оптимальных дозировок ферментов были разработаны модельные рецептуры с варьированием концентраций в диапазоне от минимальных до максимальных значений [8,10].

Таблица 1 — Модельные рецептуры кефира с ферментом «Лактаза» (на 1000 кг нормализованного молока)

Наименование компонента	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (50 г/т)	Образец №3 (100 г/т)	Образец №4 (150 г/т)	Образец №5 (200 г/т)
Молоко нормализованное, л	1000	1000	1000	1000	1000
Закваска кефирная, ед.	1	1	1	1	1
Лактаза, г	0	50	100	150	200

Статистическая обработка.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Таблица 2 - Модельные рецептуры кефира с ферментом «β-Галактозидаза» (на 1000 кг нормализованного молока)

Наименование компонента	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
Молоко нормализованное, л	1000	1000	1000	1000	1000
Закваска кефирная, ед.	1	1	1	1	1
β-Галактозидаза, г	0	30	60	90	120

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние ферментативного гидролиза на КМАФАнМ

Результаты исследований количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в динамике хранения представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 — КМАФАнМ в образцах кефира с ферментом «Лактаза», КОЕ/см³

Срок хранения, сут	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (50 г/т)	Образец №3 (100 г/т)	Образец №4 (150 г/т)	Образец №5 (200 г/т)
1	$(4,2±0,3)×10^7$	$(4,5±0,2)×10^7$	$(4,8±0,2)×10^7$	$(4,7±0,3)×10^7$	$(4,6±0,3)×10^7$
7	$(3,5±0,4)×10^7$	$(3,9±0,3)×10^7$	$(4,1±0,3)×10^7$	$(4,0±0,2)×10^7$	$(3,9±0,4)×10^7$
14	$(2,1±0,4)×10^7$	$(2,8±0,3)×10^7$	$(3,2±0,3)×10^7$	$(3,0±0,4)×10^7$	$(2,9±0,3)×10^7$

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

Все образцы, включая контрольный, на протяжении всего срока хранения соответствовали требованиям ГОСТ 31454-2012 по микробиологическим показателям (КМАФАнМ не менее $1×10^7$

КОЕ/см³).

На 1-е сутки хранения количество микроорганизмов в контрольном образце составляло (4,2±0,3)×10⁷ КОЕ/см³. В образцах с лактазой этот показатель был выше на 7-14% и достигал максимального значения (4,8±0,2) ×10⁷ КОЕ/см³ при дозировке 100 г/т.

Таблица 4 — КМАФАнМ в образцах кефира с ферментом «β-Галактозидаза», КОЕ/см³

Срок хранения, сут	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
1	(4,2±0,3)×10⁷	(4,6±0,3)×10⁷	(5,1±0,2)×10⁷	(4,9±0,3)×10⁷	(4,8±0,2)×10⁷
7	(3,5±0,4)×10⁷	(4,0±0,3)×10⁷	(4,4±0,3)×10⁷	(4,2±0,4)×10⁷	(4,1±0,3)×10⁷
14	(2,1±0,4)×10⁷	(2,9±0,3)×10⁷	(3,5±0,4)×10⁷	(3,3±0,3)×10⁷	(3,1±0,4)×10⁷

В образцах с β-галактозидазой наблюдалась еще более выраженная стимуляция микрофлоры. При дозировке 60 г/т КМАФАнМ составлял (5,1±0,2)×10⁷ КОЕ/см³, что на 21% выше контрольного значения.

К 7-м суткам хранения во всех образцах наблюдалось естественное снижение количества микроорганизмов. Однако в опытных образцах это снижение было менее выраженным. Если в контроле КМАФАнМ уменьшился на 16,7% (с 4,2×10⁷ до 3,5×10⁷), то в образце с β-галактозидазой (60 г/т) снижение составило всего 13,7% (с 5,1×10⁷ до 4,4×10⁷).

К 14-м суткам хранения (конец установленного срока годности) различия между контролем и опытными образцами стали максимальными. В контроле КМАФАнМ снизился до (2,1±0,4)×10⁷ КОЕ/см³ (50% от исходного уровня). В образце с лактазой (100 г/т) показатель составил (3,2±0,3)×10⁷ КОЕ/см³ (66,7% от исходного), а в образце с β-галактозидазой (60 г/т) — (3,5±0,4)×10⁷ КОЕ/см³ (68,6% от исходного).

Увеличение дозировки сверх оптимальной (образцы №4 и №5) не приводило к дальнейшему росту микробиологических показателей, а в некоторых случаях наблюдалось незначительное снижение, вероятно, связанное с повышенным осмотическим давлением в среде из-за избыточного накопления моносахаридов.

Влияние ферментативного гидролиза на молочнокислые микроорганизмы

Результаты исследований количества молочнокислых микроорганизмов в динамике хранения представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 — Количество молочнокислых микроорганизмов в кефире с ферментом «Лактаза», КОЕ/см³

Срок хранения, сут	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (50 г/т)	Образец №3 (100 г/т)	Образец №4 (150 г/т)	Образец №5 (200 г/т)
1	(3,8±0,2)×10⁷	(4,0±0,3)×10⁷	(4,3±0,2)×10⁷	(4,2±0,3)×10⁷	(4,1±0,2)×10⁷
7	(3,0±0,3)×10⁷	(3,4±0,2)×10⁷	(3,7±0,3)×10⁷	(3,6±0,2)×10⁷	(3,5±0,3)×10⁷
14	(1,5±0,3)×10⁷	(2,2±0,4)×10⁷	(2,8±0,3)×10⁷	(2,6±0,3)×10⁷	(2,4±0,4)×10⁷

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

Все образцы на протяжении всего срока хранения соответствовали нормативным требованиям по содержанию молочнокислых микроорганизмов (не менее 1×10⁷ КОЕ/см³).

На 1-е сутки хранения количество молочнокислых микроорганизмов в контрольном образце составляло (3,8±0,2)×10⁷ КОЕ/см³. В образцах с лактазой этот показатель был выше на 5-13% и достигал максимального значения (4,3±0,2) ×10⁷ КОЕ/см³ при дозировке 100 г/т.

Таблица 6 — Количество молочнокислых микроорганизмов в кефире с ферментом «β-Галактозидаза», КОЕ/см³

Срок хранения, сут	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
1	(3,8±0,2)×10⁷	(4,2±0,3)×10⁷	(4,6±0,2)×10⁷	(4,4±0,3)×10⁷	(4,3±0,3)×10⁷
7	(3,0±0,3)×10⁷	(3,5±0,4)×10⁷	(3,9±0,3)×10⁷	(3,7±0,3)×10⁷	(3,6±0,4)×10⁷
14	(1,5±0,3)×10⁷	(2,3±0,3)×10⁷	(2,9±0,4)×10⁷	(2,7±0,4)×10⁷	(2,5±0,3)×10⁷

В образцах с β-галактозидазой стимулирующий эффект был более выраженным. При дозировке 60 г/т количество молочнокислых микроорганизмов составляло (4,6±0,2)×10⁷ КОЕ/см³, что на 21% выше контрольного значения.

Динамика снижения численности молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения подчинялась тем же закономерностям, что и КМАФАнМ, но была более выраженной. К 14-м суткам в контрольном образце сохранилось только 39,5% от исходного количества молочнокислых бактерий ((1,5±0,3) ×10⁷ КОЕ/см³).

В образце с лактазой (100 г/т) к 14-м суткам сохранилось (2,8±0,3) ×10⁷ КОЕ/см³, что составляет 65,1% от исходного уровня и на 86% выше контрольного значения.

В образце с β-галактозидазой (60 г/т) к 14-м суткам сохранилось (2,9±0,4) ×10⁷ КОЕ/см³, что составляет 63,0% от исходного уровня и на 93% выше контрольного значения.

Дрожжи, входящие в состав кефирной микрофлоры, также лучше сохранялись в опытных образцах. К 14-м суткам их количество в контроле составляло (4,5±0,5) ×10⁵ КОЕ/см³, а в образцах с оптимальными дозировками ферментов — (7,2-8,0) ×10⁵ КОЕ/см³.

Плесневые грибы не были обнаружены ни в одном из образцов на протяжении всего срока хранения, что свидетельствует о соблюдении санитарно-гигиенических условий производства.

Сравнительный анализ выживаемости микрофлоры

Для наглядного представления различий в выживаемости микрофлоры между контролем и опытными образцами (табл. 7) был рассчитан коэффициент сохранности (отношение количества микроорганизмов на 14-е сутки к количеству на 1-е сутки, выраженное в процентах).

Таблица 7 — Коэффициент сохранности микрофлоры к 14-м суткам хранения, %

Группа микроорганизмов	Контроль	Лактаза (100 г/т)	β-Галактозидаза (60 г/т)
КМАФАнМ	50,0	66,7	68,6
Молочнокислые микроорганизмы	39,5	65,1	63,0
Дрожжи	45,0	72,0	76,2

Данные таблицы 7 демонстрируют, что ферментативный гидролиз лактозы существенно повышает выживаемость всех групп микроорганизмов, входящих в состав кефирной закваски. Наибольший эффект наблюдается для дрожжей (увеличение сохранности в 1,6-1,7 раза) и молочнокислых микроорганизмов (увеличение в 1,6-1,65 раза).

Обсуждение результатов

Полученные данные позволяют сделать ряд важных выводов о механизмах влияния ферментативного гидролиза лактозы на микробиоту кефира.

Стимулирующее действие гидролизованной лактозы на развитие микроорганизмов объясняется тем, что моносахариды (глюкоза и галактоза) являются более доступным субстратом по сравнению с дисахаридом лактозой [2, 3]. Молочнокислые бактерии и дрожжи могут использовать глюкозу и галактозу непосредственно в гликолизе, тогда как утилизация лактозы требует наличия фермента β-галактозидазы и дополнительных энергетических затрат на ее расщепление [5].

Более высокая выживаемость микроорганизмов в процессе хранения может быть связана с несколькими факторами:

Накопление легкодоступных углеводов создает резервный субстрат, который микроорганизмы могут использовать в период холодильного хранения при замедленном метаболизме [4].

Более быстрое достижение оптимальной кислотности в процессе сквашивания приводит к раннему ингибированию развития посторонней микрофлоры и созданию благоприятных условий для целевых микроорганизмов [6].

Образующиеся моносахариды могут выступать в роли криопротекторов, повышая устойчивость клеток к низким температурам хранения [7].

Более выраженный эффект β-галактозидазы по сравнению с лактазой может быть связан с более высокой активностью препарата или с особенностями его действия, обеспечивающими более полный гидролиз лактозы за более короткое время.

Важно отметить, что оптимальные дозировки ферментов (100 г/т для лактазы и 60 г/т для β-галактозидазы) обеспечивают максимальную стимуляцию микрофлоры. Дальнейшее увеличение дозировки не приводит к значимому приросту микробиологических показателей, а в некоторых случаях наблюдается их снижение, вероятно, связанное с повышенным осмотическим давлением при избыточном накоплении моносахаридов [8, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований влияния ферментативного гидролиза лактозы на микробиологические показатели кефира можно сформулировать следующие выводы:

Разработаны модельные рецептуры кефира с варьированием дозировок лактазы (0-200 г/т) и β-галактозидазы (0-120 г/т). Экспериментально подтверждена возможность интеграции ферментативного гидролиза в традиционный технологический процесс производства кефира без негативного влияния на микробиоту.

Установлено, что внесение ферментных препаратов в оптимальных дозировках (лактаза 100 г/т,

β-галактозидаза 60 г/т) статистически значимо повышает численность микроорганизмов в готовом продукте. На 1-е сутки хранения КМАФАнМ в опытных образцах на 14-21% превышал контроль, количество молочнокислых микроорганизмов — на 13-21%.

Доказано положительное влияние ферментативного гидролиза на выживаемость микрофлоры в процессе хранения. К 14-м суткам (конец установленного срока годности) количество молочнокислых микроорганизмов в образцах с лактазой (100 г/т) превышало контроль на 86%, в образцах с β-галактозидазой (60 г/т) — на 93%.

Выявлены оптимальные дозировки ферментов с точки зрения микробиологических показателей: лактаза — 100 г/т, β-галактозидаза — 60 г/т. Увеличение дозировки сверх оптимальной не приводит к значимому улучшению микробиологических показателей и может вызывать их незначительное снижение из-за повышенного осмотического давления.

Все образцы, включая контрольный, на протяжении всего срока хранения соответствовали требованиям ГОСТ 31454-2012 по микробиологическим показателям (КМАФАнМ и молочнокислые микроорганизмы не менее 1×10^7 КОЕ/см³).

Более высокая сохранность микрофлоры в опытных образцах свидетельствует об улучшении пробиотических свойств безлактозного кефира по сравнению с традиционным аналогом.

Таким образом, применение ферментов лактазы и β-галактозидазы в оптимальных дозировках не только решает задачу снижения содержания лактозы, но и способствует повышению численности и выживаемости пробиотической микрофлоры, что усиливает функциональные свойства готового продукта.

Научный руководитель – Долгорукова М.В., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Абрамова Ю.П., Долгорукова М.В., Матвеева А.А. Возможность использование подсластителей при производстве сливочных десертов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2017. – Вып. 19. – С. 159-161.
2. Иванов А.В., Петрова С.И. Технологии снижения лактозы в молочных продуктах: современные подходы и перспективы // Молочная промышленность. 2021. Т. 5, № 3. С. 45-52.
3. Смирнова Е.А., Кузнецов В.Г. Функциональные свойства низколактозных кисломолочных продуктов // Пищевая наука и технология. 2020. Т. 12, № 2. С. 78-85.
4. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Низколактозные и безлактозные молочные продукты // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2020. – Вып. 22. – С. 226-229.
5. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Изучение влияния ферментативного гидролиза на качество сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2021. – Вып. 23. – С. 319-321.
6. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Разработка общих требований обеспечения качества и безопасности производства безлактозной сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2021. – Вып. 23. – С. 316-318.
7. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Сметана с пониженным содержанием лактозы для людей, страдающих непереносимостью лактозы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2020. – Вып. 22. – С. 205-208.
8. Gänzle M.G., Haenel J.L., Galvez C.M. Lactose and β-galactosidase: A comprehensive review on microbial production, processing and applications // International Dairy Journal. 2020. Vol. 105. P. 104687. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104687.
9. Hughes D.A., et al. Lactose and lactase: Managing lactose intolerance in dairy products // Nutrition Research Reviews. 2019. Vol. 32, no. 2. P. 144-152. DOI: 10.1017/S0954422418000159.
10. Keenan T.W., et al. Lactase-treated dairy products: A market and health perspective // Food Science & Nutrition. 2020. Vol. 8, no. 1. P. 1-10. DOI: 10.1002/fsn3.1482.

УДК 637.146.32

Тимофеев И.И. Казанцев А.Ю.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕФИРА ПРИ ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗЕ ЛАКТОЗЫ

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания функциональных молочных продуктов с пониженным содержанием лактозы для потребителей с лактазной недостаточностью. Цель работы — изучение влияния различных дозировок ферментных препаратов лактазы и β-галактозидазы на физико-химические (титруемая кислотность, массовая доля жира и белка, вязкость) и органолептические показатели кефира. В работе использованы стандартные методы анализа: органолептическая оценка по ГОСТ 33566-2015, определение титруемой кислотности по ГОСТ 3624-92, массовой доли жира по ГОСТ 5867-2023, массовой доли белка по ГОСТ 23327-98, вязкости — ротационным вискозиметром. Разработаны модельные рецептуры с варьированием дозировок лактазы (0-200 г/т) и β-галактозидазы (0-120 г/т). Установлено, что внесение ферментов статистически значимо ($p<0,05$) повышает титруемую кислотность: с 94,0±2,5 °Т в контроле до 108,5±3,0 °Т (лактаза 100 г/т) и 111,0±2,8 °Т (β-галактозидаза 60 г/т). Оптимальные дозировки улучшают вкусовой профиль продукта (5,0 баллов против 4,5 в контроле), придавая сбалансированную сладость без доминирования над кисломолочным тоном. Вязкость готового продукта в перемешанном состоянии сохраняется в пределах нормативных значений (175-185 мПа·с). Научная новизна заключается в установлении количественных закономерностей влияния различных дозировок ферментов на физико-химические и органолептические показатели кефира. Практическая значимость состоит в разработке научно обоснованных параметров производства низколактозного кефира с высокими потребительскими свойствами.

Ключевые слова: лактоза; лактаза; β-галактозидаза; кефир; титруемая кислотность; вязкость; органолептическая оценка; оптимизация дозировок.

Кефир является традиционным кисломолочным продуктом, обладающим множеством полезных свойств: улучшает пищеварение, способствует укреплению иммунной системы и поддерживает здоровье микробиоты кишечника [1, 6]. Однако для значительной части населения, страдающей от непереносимости лактозы, употребление кефира может быть ограничено из-за содержания молочного сахара. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, около 65% взрослого населения мира имеют сниженный уровень лактазы, что делает их восприимчивыми к непереносимости лактозы [2, 10].

Введение ферментных препаратов (лактазы и β-галактозидазы) в молочные продукты позволяет значительно уменьшить или устранить проблемы, связанные с усвоением лактозы [3, 9]. Лактаза расщепляет молочный сахар, превращая его в более простые углеводы — глюкозу и галактозу, которые легко усваиваются организмом [4, 8]. При этом изменяется сахарный профиль продукта, что может влиять на его органолептические и физико-химические характеристики.

Анализ литературы показывает, что вопросам снижения лактозы в молочных продуктах посвящено значительное количество исследований [5, 7]. Однако недостаточно данных о комплексном влиянии различных дозировок ферментных препаратов на органолептические и физико-химические показатели кефира, включая реологические характеристики, в динамике технологического процесса.

Цель исследования — изучение влияния различных дозировок ферментных препаратов лактазы и β-галактозидазы на физико-химические и органолептические показатели кефира.

Задачи исследования:

1. Разработать модельные рецептуры кефира с различными дозировками ферментов лактазы и β-галактозидазы.
2. Исследовать влияние ферментативной обработки на органолептические показатели (внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус).
3. Изучить динамику титруемой кислотности в процессе сквашивания и хранения.
4. Оценить влияние гидролиза лактозы на реологические свойства (вязкость) готового продукта.
5. Определить оптимальные дозировки ферментов, обеспечивающие высокие потребительские свойства продукта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования. Объектами исследования являлись образцы кефира, выработанные по традиционной технологии (контроль) и с добавлением ферментных препаратов в различных дозировках.

Характеристика сырья и материалов. Основное сырье: молоко коровье сырое, соответствующее ГОСТ Р 52054-2023, со следующими характеристиками: массовая доля жира — 3,8±0,1%, кислотность — 17-19 °Т, плотность — 1028±1 кг/м³, массовая доля белка — 3,1±0,1%, СОМО — 8,5±0,1%. Закваска на кефирных грибках (нативная) по ГОСТ 34372-2017. Состав

микрофлоры: *Lactobacillus caucasicus*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Acetobacter aceti*, дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefyr*, *Kluyveromyces marxianus*. Доза внесения — 5% от объема.

Ферментные препараты:

- лактаза (препарат «Vitamir Лактаза», активность 4500 ЕД/г), соответствующий ТУ 10.89.19-144-71892692-2022;
- β-галактозидаза (препарат LACTAPROQ), активность 50000 ЕА/г, сертифицированный для применения в молочной промышленности.

Методы исследований физико-химических показателей. Определение физико-химических показателей проводили по стандартным методикам:

- титруемая кислотность — по ГОСТ 3624-92 (метод с применением индикатора фенолфталеина);
- массовая доля жира — по ГОСТ 5867-2023 (кислотный метод);
- плотность — по ГОСТ Р 54758-2011 (ареометрический метод);
- массовая доля белка — по ГОСТ 23327-98 (метод Кьельдаля);
- вязкость — ротационным вискозиметром при температуре 20±2 °С в трех состояниях: ненарушенный сгусток, перемешанный продукт, восстановленный после нарушения структуры.

Органолептическая оценка. Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 33566-2015. Дегустационная комиссия в составе 7 обученных экспертов оценивала внешний вид и консистенцию, цвет, запах, вкус. Образцы кодировали случайными трехзначными числами, подавали в случайном порядке при температуре 10±2 °С.

Статистическая обработка. Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ), ошибку среднего (m). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Обработку данных осуществляли с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Схема эксперимента. Эксперимент включал следующие этапы:

1. Подготовка сырья: нормализация до массовой доли жира 2,5% и 3,2%, очистка на сепараторе-молокоочистителе при температуре 40-45°С, пастеризация при 90±2 °С с выдержкой 5-10 мин.
2. Охлаждение до температуры ферментации (45-50 °С).
3. Внесение ферментных препаратов согласно модельным рецептурам (табл. 1, 2), продолжительность гидролиза — 1,5-2 ч при постоянном перемешивании.
4. Охлаждение до температуры заквашивания (37±2 °С), внесение активированной закваски (5%).
5. Сквашивание при 20±2 °С в течение 18-24 ч до достижения кислотности 85-100 °Т.
6. Охлаждение и созревание при 4±2 °С в течение 12-24 ч.
7. Оценка качества готового продукта на 1-е, 7-е и 14-е сутки хранения.

Таблица 1 — Модельные рецептуры кефира с ферментом «Лактаза» (на 1000 кг нормализованного молока)

Наименование компонента	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (50 г/т)	Образец №3 (100 г/т)	Образец №4 (150 г/т)	Образец №5 (200 г/т)
Молоко нормализованное, л	1000	1000	1000	1000	1000
Закваска кефирная, ед.	1	1	1	1	1
Лактаза, г	0	50	100	150	200

Модельные рецептуры. Для определения оптимальных дозировок ферментов были разработаны модельные рецептуры с варьированием концентраций в диапазоне от минимальных до максимальных значений. Выбор диапазона базировался на рекомендациях производителей и данных литературы [1, 3, 7].

Таблица 2 — Модельные рецептуры кефира с ферментом «β-Галактозидаза» (на 1000 кг нормализованного молока)

Наименование компонента	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
Молоко нормализованное, л	1000	1000	1000	1000	1000
Закваска кефирная, ед.	1	1	1	1	1

β-Галактозидаза, г	0	30	60	90	120

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Органолептическая оценка

Результаты органолептической оценки образцов представлены в таблицах 3 и 4. Все образцы соответствовали требованиям ГОСТ 31454-2012 по внешнему виду, цвету и запаху, получив максимальные 5 баллов.

Таблица 3 — Органолептическая оценка образцов кефира с ферментом «Лактаза», баллы

Показатель	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
Внешний вид и консистенция	5	5	5	5	5
Цвет	5	5	5	5	5
Запах	5	5	5	5	5
Вкус	4,5	4,8	5,0	5,0	4,9

Образцы имели однородный белый или с кремовым оттенком цвет, чистый кисломолочный запах с дрожжевым тоном, характерную для кефира нежную, но не расслаивающуюся консистенцию.

Таблица 4 — Органолептическая оценка образцов кефира с ферментом «β-Галактозидаза», баллы

Показатель	Образец №1 (контроль)	Образец №2 (30 г/т)	Образец №3 (60 г/т)	Образец №4 (90 г/т)	Образец №5 (120 г/т)
Внешний вид и консистенция	5	5	5	5	5
Цвет	5	5	5	5	5
Запах	5	5	5	5	5
Вкус	4,5	4,9	5,0	4,9	4,8

Контрольный образец (традиционный кефир) получил оценку 4,5 балла за вкус, что соответствует чистому кисломолочному вкусу с характерной дрожжевой нотой. Опытные образцы с минимальными дозировками ферментов (образцы №2) показали улучшение вкусового профиля за счет появления сбалансированной сладости (оценки 4,8 и 4,9 балла соответственно).

Образцы с оптимальными дозировками (образец №3 для обоих ферментов) получили максимальную оценку 5,0 баллов. Дегустаторами отмечен сбалансированный вкус с приятной, ненавязчивой сладостью, образовавшейся в результате гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы. При этом сладость не доминировала над традиционным кисломолочным вкусом, а гармонично его дополняла.

Образцы с максимальными дозировками ферментов (№4 и №5) показали незначительное снижение оценки вкуса (до 4,8-4,9 баллов). Дегустаторами была отмечена чрезмерная сладость, которая начинала доминировать над характерным кисломолочным вкусом, что нарушало вкусовой баланс.

Таким образом, внесение ферментов лактазы и β-галактозидазы в количестве, обеспечивающем гидролиз лактозы на 95-99% (соответствует дозировкам в образцах №3), не ухудшает, а улучшает органолептические показатели кефира. Дальнейшее увеличение дозировки приводит к дисбалансу вкуса из-за избыточного накопления моносахаридов.

Физико-химические показатели

Титруемая кислотность. В таблице 5 представлены результаты статистической обработки данных по титруемой кислотности для контрольного образца и образцов с оптимальными дозировками ферментов.

Таблица 5 — Сравнительный анализ титруемой кислотности

Показатель	Контроль	Образец с лактазой (100 г/т)	Образец с β-галактозидазой (60 г/т)
Титруемая кислотность, °Т	94,0±2,5	108,5±3,0	111,0±2,8
t-критерий Стьюдента (к контролю)	—	4,82*	5,13*

*Примечание: * — различия статистически значимы при p<0,05*

Анализ данных показывает, что внесение ферментов статистически значимо увеличивает титруемую кислотность готового продукта. Кислотность контрольного образца составила 94,0±2,5 °Т, что соответствует нормативным требованиям для традиционного кефира. В образцах с лактазой (100 г/т) кислотность повысилась до 108,5±3,0 °Т, а в образцах с β-галактозидазой (60 г/т) — до 111,0±2,8 °Т.

Полученные данные подтверждают стимулирующее влияние гидролизованной лактозы на метаболическую активность заквасочной микрофлоры. Моносахариды (глюкоза и галактоза), образующиеся при ферментативном гидролизе, являются более доступным субстратом для молочнокислых бактерий и дрожжей по сравнению с лактозой, что ускоряет процессы кислотообразования.

Различия в кислотности между двумя опытными образцами статистически недостоверны (t=0,91 при критическом значении 2,18), что указывает на сопоставимую эффективность обоих ферментов в отношении интенсификации кислотообразования.

Динамика кислотности в процессе хранения. Исследование динамики титруемой кислотности в течение 14 суток хранения показало, что во всех образцах наблюдалось постепенное увеличение кислотности, более выраженное в первые 7 суток (табл. 6).

Таблица 6 — Динамика титруемой кислотности в процессе хранения, °Т

Срок хранения, сут	Контроль	Образец с лактазой (100 г/т)	Образец с β-галактозидазой (60 г/т)
1	94,0±2,5	108,5±3,0	111,0±2,8
7	102,0±3,0	118,0±3,5	121,0±3,2
14	108,0±3,5	124,0±4,0	127,0±3,8

К 14-м суткам хранения кислотность опытных образцов достигала 124-127 °Т, что находится в пределах допустимых значений для кефира (до 130 °Т согласно ГОСТ 31454-2012). Более интенсивный рост кислотности в опытных образцах связан с наличием легкодоступных углеводов, поддерживающих метаболическую активность остаточной микрофлоры.

Влияние на реологические свойства. Исследование вязкости проводили для оценки влияния ферментативного гидролиза на структурно-механические характеристики продукта (табл. 7).

Таблица 7 — Вязкость образцов кефира, мПа·с

Состояние продукта	Контроль	Образец с лактазой (100 г/т)	Образец с β-галактозидазой (60 г/т)	t-критерий (к контролю)
Ненарушенный сгусток	2450±120	2380±115	2150±130*	0,87 (лактаза); 4,26* (β-галактозидаза)
Нарушенный	185±15	180±12	175±14	0,62 (лактаза); 1,15 (β-галактозидаза)
Восстановленный	165±10	162±12	160±11	0,45 (лактаза); 0,89 (β-галактозидаза)

*Примечание: * — различия статистически значимы при p<0,05*

Анализ реологических данных показал следующее:

1. Вязкость ненарушенного сгустка контрольного образца составила 2450±120 мПа·с, что характерно для традиционного кефира, выработанного на кефирных грибках.
2. В образце с лактазой (100 г/т) наблюдалось незначительное снижение вязкости ненарушенного сгустка до 2380±115 мПа·с, однако эти различия статистически недостоверны (t=0,87).
3. В образце с β-галактозидазой (60 г/т) зафиксировано статистически значимое снижение вязкости ненарушенного сгустка до 2150±130 мПа·с (t=4,26), что может указывать на более выраженное влияние данного фермента на формирование гелевой структуры. Вероятно, это связано с более глубоким гидролизом лактозы или возможным побочным действием фермента на другие компоненты молока.
4. В перемешанном состоянии (товарная форма продукта) вязкость всех образцов находилась в пределах 175-185 мПа·с, и значимых различий между контролем и опытными образцами не выявлено (t=0,62 и 1,15 соответственно). Это означает, что потребитель не ощущает разницы в консистенции при употреблении продукта.
5. Вязкость восстановленного после перемешивания сгустка также не имела статистически значимых различий между образцами (162-165 мПа·с).

Таким образом, несмотря на некоторое ослабление первоначальной гелевой структуры (особенно в случае β-галактозидазы), готовый к употреблению продукт сохраняет характерную для

кефира вязкость, и потребительские свойства по консистенции не ухудшаются.

Массовая доля жира и белка. Контроль массовой доли жира и белка проводили для подтверждения стабильности этих показателей при внесении ферментов (табл. 8).

Таблица 8 — Массовая доля жира и белка в образцах кефира, %

Показатель	Контроль	Лактаза (100 г/т)	β-Галактозидаза (60 г/т)
Массовая доля жира	3,2±0,1	3,2±0,1	3,2±0,1
Массовая доля белка	3,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,1

Данные таблицы 8 подтверждают, что внесение ферментных препаратов не влияет на содержание жира и белка в готовом продукте. Показатели соответствуют требованиям ГОСТ 31454-2012 для кефира с массовой долей жира 3,2%.

Обсуждение результатов

Проведенные исследования позволяют сделать ряд важных выводов о влиянии ферментативного гидролиза лактозы на физико-химические и органолептические свойства кефира.

Повышение титруемой кислотности в опытных образцах согласуется с данными других исследователей [2, 6] и объясняется более быстрой утилизацией моносахаридов заквасочной микрофлорой. Глюкоза и галактоза, образующиеся при гидролизе лактозы, включаются в гликолиз непосредственно, минуя стадию расщепления лактозы бактериальной β-галактозидазой, что ускоряет метаболические процессы [3].

Улучшение органолептических показателей при оптимальных дозировках ферментов связано с появлением сбалансированной сладости. Порог сладости глюкозы составляет 0,5%, галактозы — 0,8%, в то время как лактоза имеет высокий порог сладости (2,5%) и практически не ощущается как сладкий вкус [4]. Гидролиз лактозы до моносахаридов приводит к появлению отчетливой, но умеренной сладости, которая гармонично сочетается с кисломолочным вкусом.

Снижение вязкости ненарушенного сгустка в образцах с β-галактозидазой может быть связано с особенностями действия данного фермента. Возможно, при более длительном контакте или высокой активности происходит частичный гидролиз олигосахаридов, участвующих в формировании структуры сгустка [6]. Однако отсутствие значимых различий в перемешанном состоянии свидетельствует о том, что потребительские свойства по консистенции не страдают.

Важно отметить, что все исследованные физико-химические показатели находились в пределах, установленных нормативной документацией для кефира (ГОСТ 31454-2012), что подтверждает принципиальную возможность производства безлактозного кефира с сохранением традиционных характеристик качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований влияния ферментативного гидролиза лактозы на физико-химические и органолептические показатели кефира можно сформулировать следующие выводы:

1. Разработаны модельные рецептуры кефира с варьированием дозировок лактазы (0-200 г/т) и β-галактозидазы (0-120 г/т). Экспериментально подтверждена возможность интеграции ферментативного гидролиза в традиционный технологический процесс производства кефира.

2. Установлены оптимальные дозировки ферментов с точки зрения органолептических показателей: лактаза — 100 г/т, β-галактозидаза — 60 г/т. Данные концентрации обеспечивают максимальную оценку вкуса (5,0 баллов) за счет появления сбалансированной сладости, гармонично дополняющей традиционный кисломолочный вкус. Превышение оптимальных доз приводит к избыточной сладости и снижению дегустационной оценки до 4,8-4,9 баллов.

3. Доказано статистически значимое стимулирующее влияние ферментативной обработки на процесс кислотообразования. Титруемая кислотность опытных образцов (108,5±3,0 °Т для лактазы и 111,0±2,8 °Т для β-галактозидазы) достоверно выше, чем в контроле (94,0±2,5 °Т), что свидетельствует о повышенной метаболической активности заквасочной микрофлоры при использовании гидролизованного субстрата.

4. Исследование динамики кислотности в процессе хранения показало, что к 14-м суткам кислотность опытных образцов достигает 124-127 °Т, что находится в пределах допустимых значений (до 130 °Т) и не ограничивает установленный срок годности.

5. Реологические исследования выявили, что в готовом к употреблению продукте (перемешанное состояние) вязкость всех образцов находится в пределах 175-185 мПа·с, и значимых различий с контролем не наблюдается. Это гарантирует сохранение привычной для потребителя консистенции.

6. Массовая доля жира и белка в опытных образцах соответствует контролю и требованиям ГОСТ 31454-2012, что подтверждает отсутствие негативного влияния ферментов на основной химический состав продукта.

Таким образом, разработанная технология производства кефира с добавлением ферментных

препаратов в оптимальных дозировках позволяет получать продукт с улучшенными органолептическими характеристиками, сохранением традиционных физико-химических показателей и, следовательно, высокими потребительскими свойствами.

Научный руководитель – Долгорукова М.В., к. с.-х. н., доцент

Список литературы

1. Абрамова Ю.П., Долгорукова М.В., Матвеева А.А. Возможность использование подсластителей при производстве сливочных десертов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2017. – Вып. 19. – С. 159-161.
2. Замалеева А.Р., Долгорукова М.В. Физико-химические показатели сыворотки, полученной в результате выработки сыра с применением глюконо-дельта-лактона // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2019. – Вып. 21. – С. 232-235.
3. Смирнова Е.А., Кузнецов В.Г. Функциональные свойства низколактозных кисломолочных продуктов // Пищевая наука и технология. 2020. Т. 12, № 2. С. 78-85.
4. Остроумова Л.А., Петрова Е.В. Технологические аспекты производства безлактозного кефира // Переработка молока. 2021. № 3. С. 28-30.
5. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Низколактозные и безлактозные молочные продукты // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2020. – Вып. 22. – С. 226-229.
6. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Изучение влияния ферментативного гидролиза на качество сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2021. – Вып. 23. – С. 319-321.
7. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Разработка общих требований обеспечения качества и безопасности производства безлактозной сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2021. – Вып. 23. – С. 316-318.
8. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Сметана с пониженным содержанием лактозы для людей, страдающих непереносимостью лактозы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2020. – Вып. 22. – С. 205-208.
9. Шидловская В.П., Дегова Л.В. Ферменты молочной промышленности // Молочная промышленность. 2019. № 5. С. 44-47.
10 Gänzle M.G., Haenel J.L., Galvez C.M. Lactose and β-galactosidase: A comprehensive review on microbial production, processing and applications // International Dairy Journal. 2020. Vol. 105. P. 104687. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104687.

УДК 637.052

Тимофеев И.И. Казанцев А.Ю.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗЛАКТОЗНОГО КЕФИРА: ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИТИЧЕСКИХ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа технологического процесса производства безлактозного кефира с применением ферментативного гидролиза лактозы. На основе принципов ХАССП идентифицированы опасные факторы, установлены критические контрольные точки (ККТ) и определены предупреждающие действия. Особое внимание уделено ККТ ферментативного гидролиза как специфической стадии, определяющей безопасность продукта для потребителей с лактазной недостаточностью. Разработанная система обеспечивает соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 и гарантирует стабильное качество продукции.

Ключевые слова: ХАССП, безлактозный кефир, критическая контрольная точка, ферментативный гидролиз, управление качеством, пищевая безопасность, лактазная недостаточность.

Производство специализированных молочных продуктов для лиц с лактазной недостаточностью является стратегически важным направлением развития пищевой промышленности. Согласно данным ВОЗ, распространенность лактазной недостаточности среди взрослого населения достигает 65%, что создает устойчивый потребительский спрос на безлактозную продукцию [2].

Кефир, обладающий уникальным симбиозом молочнокислых бактерий и дрожжей, представляет собой оптимальную основу для создания функционального продукта с пробиотическими свойствами [4]. Интеграция ферментативного гидролиза лактозы в технологический процесс производства кефира позволяет сочетать преимущества традиционной ферментации с гарантированной безопасностью для чувствительных потребителей [3].

С 1 июля 2013 года разработка и внедрение процедур, основанных на принципах ХАССП (HACCP), являются обязательным требованием Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Система ХАССП позволяет не выявлять, а предупреждать риски на всех этапах жизненного цикла продукта [6].

Целью настоящей работы является систематизация критических контрольных точек при производстве безлактозного кефира и разработка эффективной системы управления рисками, адаптированной к специфике ферментативного гидролиза лактозы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлся технологический процесс производства безлактозного кефира с применением ферментных препаратов лактазы и β-галактозидазы. В работе использованы материалы наших экспериментальных исследований, включая данные по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям опытных образцов.

Идентификация опасных факторов и определение критических контрольных точек проводились в соответствии с принципами ХАССП. Анализ рисков осуществлялся с применением дерева принятия решений для каждой технологической операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ опасных факторов при производстве безлактозного кефира

На основе анализа технологического процесса производства безлактозного кефира идентифицированы три группы опасных факторов: микробиологические, химические и физические.

Микробиологические опасности включают развитие патогенных микроорганизмов (сальмонеллы, листерии, кишечная палочка) при нарушении температурных режимов пастеризации и хранения, а также контаминацию продукта посторонней микрофлорой на стадии розлива.

Химические опасности связаны с потенциальным присутствием остаточных количеств моющих и дезинфицирующих средств, антибиотиков в сыром молоке, а также с возможным несоответствием ферментных препаратов требованиям ТР ТС 029/2012.

Физические опасности включают попадание посторонних предметов (металлическая стружка, стекло, пластик) в продукт на различных этапах производства.

Специфическим фактором для безлактозного кефира является риск недостаточного гидролиза лактозы, что приводит к выпуску продукта, не соответствующего заявленным свойствам и способного вызывать диспепсические явления у потребителей с лактазной недостаточностью.

Идентификация критических контрольных точек

На основе анализа рисков и применения дерева принятия решений определены семь критических контрольных точек технологического процесса, представленных в таблице.

Таблица — Критические контрольные точки производства безлактозного кефира

ККТ	Наименование операции	Контролируемый параметр	Критические пределы	Частота контроля
1	Приемка и входной контроль сырья	Микробиологические показатели, активность ферментов	Соответствие ТР ТС 033/2013 ТР ТС 029/2012	Каждая партия
2	Термическая обработка (пастеризация)	Температура, время выдержки	90-95°C, 5-10 мин	Непрерывно
3	Ферментативный гидролиз лактозы	Температура гидролиза, время выдержки, дозировка фермента	45-50°C, 1,5-2 ч, лактаза 100 г/т, β-галактозидаза 60 г/т	Каждая партия
4	Внесение закваски и сквашивание	Температура, дозировка закваски, кислотность	20-25°C, 5%, 85-100°T	Каждые 2 ч
5	Охлаждение и созревание	Температура, время	4±2°C, 12-24 ч	Каждая партия
6	Хранение и транспортировка	Температура	4±2°C	Непрерывно

ККТ 1: Приемка и входной контроль сырья

Контроль на входе является первым барьером для небезопасного сырья. Молоко коровье сырое должно соответствовать ГОСТ Р 52054-2023 и ТР ТС 033/2013. Ферментные препараты

подлежат проверке на соответствие ТР ТС 029/2012, наличие документов, подтверждающих пищевой статус. Активность ферментов должна соответствовать технической документации (лактаза — 100 000 ЕА/г, β-галактозидаза — 50 000 ЕА/г).

ККТ 2: Термическая обработка (пастеризация)

Пастеризация при температуре 90±2°С с выдержкой 5-10 минут обеспечивает инактивацию вегетативной микрофлоры, включая патогенные микроорганизмы, и создает условия для чистой ферментации. Контроль осуществляется автоматическими регистрирующими приборами с сигнализацией отклонений.

ККТ 3: Ферментативный гидролиз лактозы

Данная ККТ является специфической для производства безлактозного кефира и определяет соответствие продукта заявленным свойствам. На основе наших экспериментальных данных, установлены оптимальные дозировки: лактаза — 100 г/т, β-галактозидаза — 60 г/т, обеспечивающие степень гидролиза лактозы свыше 99%.

Температурный режим 45-50°С выбран как оптимальный для максимальной активности ферментов при минимальном риске развития посторонней микрофлоры. Время гидролиза 1,5-2 часа установлено экспериментально и подтверждено данными [5].

Для контроля эффективности гидролиза рекомендуется выборочный лабораторный контроль массовой доли остаточной лактозы в готовом продукте (целевой показатель — менее 0,1 г/100 г). При отклонении параметров необходимы корректирующие действия: дополнительная выдержка или отбраковка партии.

ККТ 4: Внесение закваски и сквашивание

Температура внесения закваски (20±2°С) и продолжительность сквашивания (18-24 ч) обеспечивают оптимальные условия для развития кефирной микрофлоры. Контроль кислотности (85-100°Т) позволяет своевременно прекратить процесс сквашивания и предотвратить перекисание.

ККТ 5: Охлаждение и созревание

Охлаждение до температуры 4±2°С в течение 1-2 ч и последующее созревание в течение 12-24 ч необходимы для завершения биохимических процессов и формирования специфических органолептических свойств кефира [1]. Контроль температуры осуществляется термографами с регистрацией показаний.

ККТ 6: Хранение и транспортировка готовой продукции

Поддержание температуры 4±2°С на всем пути от производителя до потребителя обеспечивает сохранность продукта в течение установленного срока годности (14 суток). Контроль осуществляется терморегистраторами в транспортных средствах и холодильных камерах.

Эффективность системы ХАССП обеспечивается программами предварительных условий (ППУ), которые включают:

Гигиена персонала: регулярные медицинские осмотры, обучение правилам личной гигиены, обеспечение санитарной одеждой.

Санитарная обработка оборудования: утвержденные графики мойки и дезинфекции, контроль остаточных количеств моющих средств.

Борьба с вредителями: договоры со специализированными организациями, установка ловушек, регулярные проверки.

Водоснабжение: контроль качества воды, используемой в технологических целях.

Прослеживаемость: маркировка сырья и готовой продукции, система учета партий [1].

При выходе контролируемых параметров за установленные критические пределы предусмотрены следующие корректирующие действия:

- При отклонении на ККТ 1 (сырье) — возврат поставщику или изоляция для дополнительного контроля.
- При отклонении на ККТ 2 (пастеризация) — повторная пастеризация или утилизация.
- При отклонении на ККТ 3 (гидролиз) — дополнительная выдержка при контроле остаточной лактозы или переработка на другие цели.
- При отклонении на ККТ 4-6 — изоляция партии, анализ причин, корректировка параметров.

Система ХАССП требует тщательного документирования всех процедур. Разработаны следующие документы:

- Журналы контроля параметров по каждой ККТ.
- Протоколы лабораторных исследований.
- Акты отбора проб и результаты испытаний.
- Отчеты о корректирующих действиях.
- Протоколы внутренних аудитов.

Верификация системы проводится ежеквартально и включает анализ записей, проверку калибровки оборудования, отбор проб для подтверждающих испытаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного анализа технологического процесса производства безлактозного кефира разработана система ХАССП, включающая идентификацию семи критических контрольных точек. Особое внимание уделено ККТ ферментативного гидролиза лактозы, для которой установлены критические пределы (температура 45-50°С, время 1,5-2 ч, дозировка: лактаза 100 г/т, β-галактозидаза 60 г/т), обеспечивающие степень гидролиза свыше 99%.

Экспериментально подтверждено, что соблюдение установленных параметров гарантирует выпуск безопасного продукта с высокими органолептическими показателями и стабильной микробиологией в течение всего срока хранения.

Внедрение разработанной системы ХАССП позволяет системно управлять рисками, предупреждать возникновение опасных факторов и обеспечивать стабильное качество продукции, что соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 и создает основу для конкурентоспособности на рынке функциональных продуктов питания.

Научный руководитель – Долгорукова М.В., к.с.-х.н., доцент

Список литературы

1. Остроумова Л.А., Петрова Е.В. Технологические аспекты производства безлактозного кефира // Переработка молока. – 2021. –№ 3. – С. 28-30.
2. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Низколактозные и безлактозные молочные продукты // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2020. – Вып. 22. – С. 226-229.
3. Хамзина З.А., Долгорукова М.В. Разработка общих требований обеспечения качества и безопасности производства безлактозной сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы международной науч. - практ. конф. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2021. – Вып. 23. – С. 316-318.
4. Gänzle M.G., Chen M. Enzymatic and bacterial conversions during lactose hydrolysis in fermented dairy products // Journal of Dairy Science. — 2020. — Vol. 103(12). — P. 10986—10995.
5. Jelen P., Tossavainen A. Lactose hydrolysis technologies: Current applications and recent developments // International Dairy Journal. — 2022. — Vol. 124. — P. 105246.
6. Schmidt K.A., López M.G. Synergistic effect of lactase and probiotic cultures on lactose reduction and quality parameters of fermented dairy products // LWT - Food Science and Technology. 2022. Vol. 154. P. 112785. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112785.

УДК 637.146.34

Егорова Е.Р.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО ЙОГУРТА

Аннотация. В данной статье представлена технология производства йогурта с высоким содержанием белка с указанием последовательно всех операций и технологических режимов производства: приемка и контроль качества сырья, сепарирование, пастеризация, концентрирование в вакуум-выпарной установке с внесением закваски и термостатный способ сквашивания.

Ключевые слова: молоко, закваска, высокобелковый йогурт, сгущение, термостатный способ, технология.

Фундаментом производства качественного йогурта служит исключительно сырое молоко, отвечающее высоким стандартам. Особое значение придается контролю его исходной микрофлоры, поскольку именно этот фактор является определяющим для сохранения свежести продукта и его технологических свойств на всех этапах переработки [1].

Технология производства йогуртов с высоким содержанием белка базируется на методе сгущения обезжиренной молочной основы, что позволяет деликатно удалить избыточную влагу и сыворотку, концентрируя тем самым ценный белок. Такой продукт не только способствует эффективному восполнению суточной нормы нутриентов, но и дарит продолжительное чувство сытости, помогая контролировать аппетит [2].

Стремясь к гастрономическому разнообразию и максимальной пользе, современные производители обогащают классические рецептуры натуральными наполнителями. Добавление ягод, орехов или отрубей не только улучшает органолептические свойства, но и значительно расширяет нутриентный профиль продукта, делая его еще более ценным для организма [3].

Индустрия не стоит на месте, отвечая и на особые потребности потребителей. Перспективным направлением является разработка йогуртов на основе безлактозного молока, что открывает

возможность наслаждаться любимым продуктом людям с непереносимостью лактозы, не испытывая при этом дискомфорта [4]. В тоже время потребление в пищу в течении длительного времени, обезжиренных кисломолочных продуктов с высоким содержанием белка, привело к изменениям у людей некоторых показателей. Количество эритроцитов, гематокрит, гемоглобин и липопротеины высокой плотности увеличились, количество лейкоцитов снизилось, а в составе микробиоты произошли незначительные изменения. Наиболее важным результатом этого исследования стало улучшение состояния желудочно-кишечного тракта [5].

Нас в свою очередь интересовал вопрос разработки йогурта с высоким содержанием белка, поэтому в условиях лаборатории кафедры технологии мясных и молочных продуктов МарГУ, мы проводили выработку продукта, его экспертизу по органолептическим и физико-химическим показателям, и разработали технологическую схему его производства, которая представлена на рисунке.

Первым этапом к получению йогурта с высоким содержанием белка является приемка молока. Приемка молока проводится по ТР ТС 033/2013, ГОСТ 31449-2013 через приемочную станцию где определяются объем партии молока, температура и одновременная очистка сырого молока от механических примесей.

При приемке молока отбирают пробу в объеме 200 см³ и определяют его плотность для выявления фальсификации молока водой, которая должна составлять не менее 1027 кг/м³; кислотность молока-сырья проводят для определения свежести сырого молока и выявления пригодности для дальнейшей тепловой обработки и его содержание должно быть в пределах 16-21ºТ; определение белка и жира проводят для необходимости в дальнейшей переработки, содержание жира и белка в молоке должно быть не менее 2,8%.

Технологический процесс	Параметры и показатели
Приемка и очистка	
Молоко коровье сырое	ТР ТС 033/2013, ГОСТ 31449
Подогрев и сепарирование	
Теплообменный аппарат, сепаратор-сливко-отделитель	t = плюс 35-45 °С
Пастеризация	
Теплообменный аппарат	t = плюс 90-95 °С, без выдержки
Сгущение	
Вакуум выпарная установка	t = плюс 55-65 °С, давление – 4-8 кПа, Массовая доля сухих вещ. 20-35%
Охлаждение	
Пластинчатые охладители	t = плюс 38-42°С
Внесение закваски и добавок	
Ванна	t = плюс 38-42°С
Сквашивание и розлив	
Упаковочные машины	t = плюс 38-42°С
Термостат	t = плюс 38-42°С
Хранение и реализация	
Склад готовой продукции	t = плюс 2-6°С

Рис.- Сема технологического процесса производства напитков кисломолочных с высоким содержанием белка

Перед сепарированием молоко подогревают до температуры плюс 35-40ºС в пастеризационно-охладительной установке для последующего качественного разделения его на сливки и обезжиренное молоко. После получения обезжиренного молока (обрата) с массовой долей жира не более 0,05%, происходит его пастеризация при температуре плюс 90-95ºС без выдержки в другой пастеризационно-охладительной установке. Так как сливки нам дальше не нужны для производства,

мы их отправляем на хранение в закрытый резервуар для сливок при температуре хранения плюс 2-4°С.

После пастеризации обезжиренное молоко отправляют на сгущение в вакуум-выпарную установку. Тут происходит удаление избыточной влаги и сыворотки, концентрируя тем самым ценный белок. Процесс тепловой обработки происходит при температуре плюс 55-65°С, давлении в установке 4-8 кПа и окончанием его процесса является содержание в сгущенном обезжиренном молоке массовой доли сухих веществ 20-35%, для которого пробу берут через специальный клапан.

Далее сгущенное обезжиренное молоко остужают до температуры продукта плюс 38-42°С потоком в пластинчатом охладителе у которого температура в рубашке плюс 4-6 °С. После охлаждения вносят ароматизаторы, красители и сахарозаменители, они вносится перед закваской в ванну-заквасочник. Далее вносится закваска и в ее состав входят Lactobacillusbulgaricus и Syreptococcusthermophiles. Количество вносимой закваски составляет 1-3% от общей массы заквашиваемого продукта.

Так как сквашивание происходит термостатным способом, заквашенную смесь сразу разливают упаковочным аппаратом в потребительскую тару (стаканчики) при температуре плюс 38-42°С, укупоривают. Упакованный продукт отправляют в термостатную камеру на 4-5 часов. Продукт считается готовым после проведения контроля готовой продукции. Готовый продукт должен быть вязким, без отделения сыворотки, белого или слегка молочного цвета. Вкус и аромат должны быть чистыми, кисломолочными, с отчетливо выраженным оттенком вносимого ароматизатора, полностью ему соответствующим.

В ходе выполнения работы была разработана и экспериментально обоснована технология производства высокобелкового йогурта. На основе анализа научно-технической литературы были определены ключевые аспекты влияния молочной основы и функциональных ингредиентов на качество готового продукта. Разработанная технология позволяет получить продукт с повышенным содержанием белка, обладающий высокой пищевой ценностью, что отвечает современным запросам потребителей в области здорового питания.

Научный руководитель – Царегородцева Е.В., к.с.-х.н, доцент

Список литературы

1. Долгорукова М.В. Влияние условий хранения на микрофлору сырого молока / М.В. Долгорукова, И.В. Мацкевич. // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С 389-391
2. Шувалова Е.Г. Белковое питание и его полноценность / Шувалова Е.Г. // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С. 287-289
3. Купсольцева А.В. Анализ использования различных видов отрубей в составе йогуртов / А.В. Купсольцева, Л.М. Суфьянова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции / Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С. 452-454
4. Кабанова Т.В. Оценка органолептических характеристик греческого йогурта, изготовленного из безлактозного молока / Т.В. Кабанова, Ю.А. Кислюнина, Р.В. Гиноян //Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С.263-266
5. Maria Victoria Beret Impact of high-protein, lactose-reduced yogurt on blood biomarkers, gastrointestinal symptoms, and gut microbiota in overweight adults in Argentina / Maria Victoria Beret, Melisa Puntillo, ClaudiaVénica, Guillermo George, Verónica Wolf, Elisa Ale, SilvinaPujato, Alan Cavalcante, Ruth Aragón, Luz Rodeles, Fabio Nachman, Liliana Forzani, Ana Paula Schaan, Mathieu Groussin, Mathilde Poyet, Martin Pfeiffer, Sergio Ambrosini, Andrea Quiberoni, Ana G. Binetti, Cristina Perotti, Gabriel Vinderola // International Dairy Journal, January 2026, - Volume 172 - https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2025.106438

УДК 663.674

Клементьева А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СПЕЦИФИКА ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО С ШОКОЛАДНОЙ КРОШКОЙ И ЗЕМЛЯНИКОЙ

Аннотация. Статья описывает технологию производства мороженого пломбир с шоколадной крошкой и земляникой, уделяя основное внимание правильному выбору и обработке сырья согласно ГОСТам (молоко, сливки, сгущёнка). Акцент ставится на соблюдении строгих показателей качества

(жирность, белок, кислотность), что влияет на вкус и текстуру продукта. Освещены этапы пастеризации, гомогенизации и глубокой заморозки.

Ключевые слова: технология, мороженое, производство.

Мороженое — это сложный продукт, в основе которого лежат молоко и сливки, а также широкий спектр вкусовых и структурообразующих компонентов. Молоко и сливки служат базой, содержащей ценные природные элементы: животные жиры, белки и лактозу, которые формируют нежность, объём и легкий вкус готового продукта. Однако успех мороженого во многом зависит и от дополнительных ингредиентов, таких как фруктово-ягодные начинки, орехи, шоколад, джемы, экстракты специй и другие вкусовые добавки, которые создают бесконечное многообразие вкусов и текстур [1].

Качество мороженого начинается с выбора подходящего сырья. Самое важное звено — молоко, которое тщательно отбирается перед процессом производства. Оно должно соответствовать жестким стандартам качества, чтобы предотвратить проникновение вредных микроорганизмов, особенно хладоустойчивых, способных выживать даже при низких температурах. Это обязательное условие для предотвращения негативных последствий для здоровья потребителей и поддержания хороших органолептических свойств продукта. Сливки, выделяемые из молока, проходят дополнительный контроль на уровень бактериальной нагрузки, ведь от их состояния зависит вкус и текстура будущего мороженого. Хорошие сливки в конечном итоге превратятся в кремовую, богатую текстуру, которая станет визитной карточкой продукта [2].

Сгущённое молоко с сахаром, используется для создания плотной, воздушной структуры мороженого. Оно должно обладать приятными характеристиками: выраженным ароматом вареного молока с легким карамельным оттенком, приятной сладостью и правильной вязкостью. Недостаточная или избыточная густота может отрицательно сказаться на общей композиции продукта, поэтому необходим точный подбор пропорций [3].

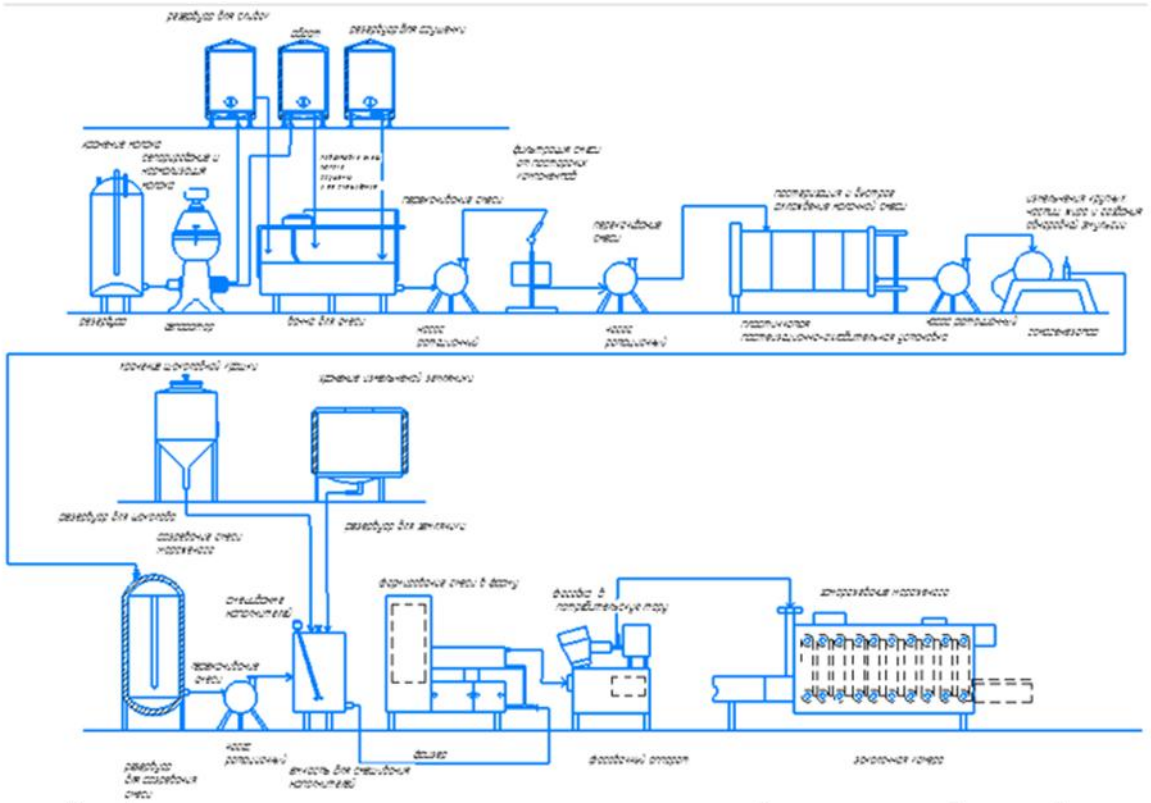


Рис.-Аппаратурно- технологическая схема мороженого пломбир с шоколадной крошкой и кусочками земляники

Современные производители постоянно ищут пути улучшения качества мороженого. Один из последних достижений — введение в состав нового ингредиента, известного как нанохитин, полученного в китайской провинции Лицзян. Нанохитин — это функциональный загуститель, улучшающий текстуру и стабильность мороженого. Он значительно повышает реологические свойства продукта, помогает поддерживать правильную микроструктуру и увеличивает устойчивость к таянию, что особенно важно в условиях изменения климата и повышения спроса на натуральные продукты [4].

В целом, комбинация качественного сырья, инновационных подходов и строгих производственных стандартов позволяет создавать мороженое, отвечающее самым высоким требованиям потребителей и профессиональному уровню производителей.

Нами в условиях лаборатории технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения Марийского государственного университета разработана технология мороженого пломбир с шоколадной крошкой и кусочками земляники, которая представлена в виде аппаратурно-технологической схемы на рисунке.

Принимают качественное молоко с оптимальным уровнем жирности - не менее 3,5%, уровнем белка не менее 3 г на 100 мл, общее количество сухих веществ (включая белки, углеводы и минералы) –должно быть не менее 12%. Молоко проверяют на свежесть по уровню кислотности, которая должна быть не более 18 °Т. Далее молоко хранят в резервуаре при температуре плюс 6°С, пока оно не поступит в производство.

Для сливок соответствующих ГОСТ 31451-2013 рекомендуется жирность 30-35%. Это обеспечит кремовую текстуру готового продукта.

Сгущённое молоко должно соответствовать ГОСТ 31688-2012 и иметь жирность около 8-10%, что является стандартом для большинства производителей.

Молоко сепарируют и нормализуют, разделяя его на сливки и обрат. Затем все компоненты — сливки, обрат и сгущёнку — тщательно смешивают в специальной ёмкости.

Получившуюся смесь фильтруют, удаляя посторонние примеси, пастеризуют для обеззараживания и повышения сроков годности, а потом отправляют в гомогенизатор, где жир равномерно распределяется, придавая будущему мороженому приятную текстуру. Далее смесь перекачивают в резервуар для созревания, где она остаётся на 4–6 часов при температуре плюс 4 °С, улучшая вкусовые качества и стабилизируя структуру.

Именно после созревания смеси добавляют кусочки шоколада, который должен быть «натуральным и чистым, оптимальной степенью измельчения». Ягоды используют после шоковой заморозки, при этом они ярко окрашенные, с естественным ароматом и минимальным количеством влаги, мелко нарезанными: кусочки ягод должны быть небольшого размера, чистыми и перебранными: без следов грязи, плесени или дефектов.

Теперь основу отправляют в специализированную машину-фризер, где смесь постепенно замораживается и аэрируется, образуя знакомую нам лёгкую и пышную текстуру. Уложив сформировавшееся густое мороженое в аккуратные упаковки, его повторно глубоко замораживают до температуры минус 15 и минус 18 °С. Наконец, продукцию размещают в больших специализированных камерах при стабильной температуре минус 20 и минус 23 °С, чтобы сохранить свежесть и привлекательность надолго.

В настоящей работе была детально рассмотрена технология производства мороженого пломбир с шоколадной крошкой и кусочками земляники, представленная в виде аппаратурно-технологической схемы (АТС). Исследование позволило систематизировать последовательные этапы производственного процесса, обеспечивающие получение высококачественной продукции, соответствующей требованиям нормативных документов.

Особое внимание уделялось выбору сырья, поскольку именно качественные молочные продукты, такие как молоко, сливки и сгущённое молоко, являются основой хорошего мороженого. Рассмотрены также дополнительные ингредиенты, включая натуральную шоколадную крошку и замороженные измельченные ягоды земляники, которые обогащают вкусовые и эстетические характеристики продукта.

Кроме того, были изучены важнейшие производственные операции, начиная от проверки качества сырья и заканчивая фасованием и глубокой заморозкой готового мороженого. Особое значение имеют процессы пастеризации и охлаждения, влияющие на безопасность и долговечность продукта.

Применение предложенной технологии гарантирует выпуск конкурентоспособного и привлекательного для потребителя мороженого, обладающего гармоничным сочетанием классических сливочно-шоколадных оттенков и ярких ягодных акцентов. Данная методика производства позволит предприятиям пищевой промышленности успешно внедрить инновационные подходы и повысить привлекательность своего ассортимента.

Таким образом, предлагаемая технология открывает новые возможности для расширения ассортимента качественной молочной продукции и удовлетворения потребностей современного рынка.

Научный руководитель – Короткова А.И., преподаватель

Список литературы

1. Haipeng Zhang Jun Tang Unveiling microplastics contamination in ice cream via μ-FTIR analysis: The invisible crisis of frozen desserts //Journal of Environmental Chemical Engineering.-2026.-№2. https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.120689

2. Долгорукова М.В. Мацкевич И.В. Влияние условий хранения на микрофлору сырого молока // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С 389-391
3. Охотников С.И., Кабанова Т.В. Гиноян Р. В. Комплексная оценка качества сгущенного молока с сахаром// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции/Мар.гос.ун-т.- Йошкар-Ола, 2025. – Вып. XXVII.- С.283-286...
4. LijiangHu Nanochitin as a functional thickener: enhancing rheology, microstructure, and melting stability of ice cream // Carbohydrate Polymers .- 2026,-№2. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.124593

УДК 637.352

Токтаева П.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С НАСЫЩЕННЫМ ВКУСОМ И ЦВЕТОМ ЕЖЕВИКИ

Аннотация. В данной статье представлена разработка технологии производства мягкого сыра с ароматом ежевики, выполненная в виде аппаратурно-технологической схемы (АТС). Описаны последовательность операций и технологические режимы, обеспечивающие получение продукта с уникальной текстурой и насыщенным ягодным вкусом. Использование натуральных компонентов позволяет добиться яркого фиолетового цвета, богатого аромата ежевики и высокой эстетической привлекательности продукта, при этом сохраняются все полезные свойства ягод без применения искусственных добавок. Разработанная технология обеспечивает стабильность цвета и аромата в течение всего срока хранения, что расширяет применение сыра в сегментах органической и десертной продукции. Представленный подход показывает перспективы создания натуральных сыров высокого качества, отвечающих требованиям современного потребителя.

Ключевые слова: технология, закваски, ароматизатор, сыр, молоко.

Сыр — это высокобелковый и биологически полноценный продукт питания, получаемый в результате ферментативного свертывания молока с последующим отделением сырной массы, ее концентрированием и созреванием. Пищевая и биологическая ценность сыра обусловлена высоким содержанием молочного белка и кальция, а также наличием необходимых для организма человека незаменимых аминокислот, жирных кислот, витаминов, минеральных солей и микроэлементов [1].

Скорость сычужного свертывания, плотность сгустка и, в конечном итоге, качество сыра во многом зависят от состава и свойств исходного молока, которое рекомендуется подвергать бактофугированию перед переработкой. Молоко, используемое для производства сыра, должно соответствовать строгим требованиям, характеризующим его как сыропригодное. Показатели сыропригодности включают комплекс химических, физико-химических, технологических и гигиенических параметров. В частности, молоко должно иметь оптимальный уровень содержания белков, жира, СОМО (сывороточного белка), кальция, обеспечивающих формирование при воздействии сычужного фермента плотного сгустка, хорошо отделяющего сыворотку, а также создавать благоприятную среду для развития молочнокислых бактерий. Биологическая полноценность молока определяется наличием незаменимых факторов роста, таких как витамины, микроэлементы, полипептиды и свободные аминокислоты, содержание которых снижается в весенний период. Помимо этого, в молоке не должны присутствовать вещества, препятствующие развитию молочнокислых бактерий, такие как антибиотики, токсины, консерванты и другие потенциально вредные компоненты [2].

Установлено количество отдельных групп микроорганизмов и уровень антиоксидантной активности при хранении модельных незрелых сыров с добавлением сушеных листьев крапивы, а также определены антиоксидантные свойства полученной сыворотки. Добавление крапивы не повлияло на общее количество микроорганизмов и лактококков, но использование этой травы замедлило рост дрожжей и плесени в сыре, повысило антиоксидантную активность и содержание общих полифенолов, кофейной, феруловой и кумаровой кислоты, рутина[3].

Установлена эффективность использования низина в качестве противомикробного средства для продления срока хранения греческого мягкого кисломолочного сыра «Галотири», который хранился в аэробных условиях при температуре 4 °C в течение 42 дней. Было установлено, что обработка низином продлевает срок хранения свежего сыра «Галотири», хранящегося при температуре 4 °C, примерно на 7 дней, при этом сыр сохраняет свои органолептические свойства [4].

Нами в условиях лаборатории кафедры Технологии мясных и молочных продуктов МарГУ была разработана технология производства мягкого сыра с ароматом ежевики, которая представлена на рисунке в виде аппаратурно-технологической схемы.

После приемки молоко нужно правильно подготовить к производству. Пастеризационный процесс нагревания молока доплюс72-75 °С в течение 15-20 секунд, направлен на уничтожение патогенных микроорганизмов, которые могут присутствовать в сырье. Пастеризация молока становится безопасным для употребления и дальнейшей переработки.

Продукт изготавливается из смеси молока и сливок, оба компонента предварительно смешивают и нормализуют до 8,5% жирности, полученную смесь нагревают до 55 °С и очищают в бактофуге. Она представляет собой устройство, используемое в молочной промышленности для удаления бактерий и спор из молока. Бактофуга работает по принципу центрифугирования. Молоко подается в устройство, где оно вращается на высокой скорости. Под действием центробежной силы более тяжелые частицы, которыми являются бактерии и споры, отделяются от молока и удаляются. Этот метод позволяет значительно снизить бактериальную нагрузку, не влияя на питательные свойства и вкус.

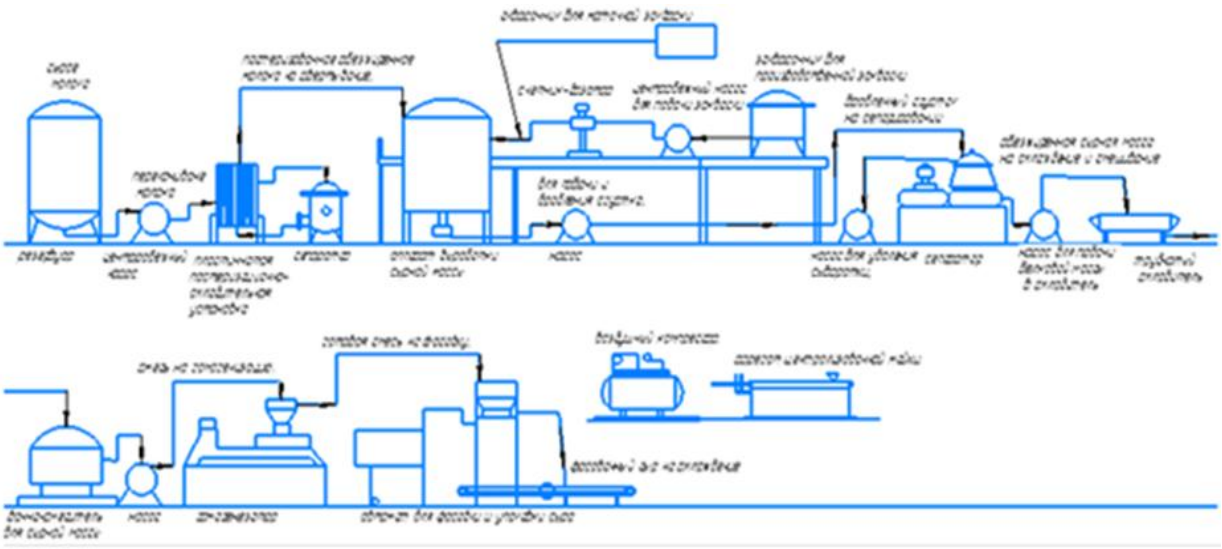


Рис. - Аппаратурно-технологическая схема сыра мягкого с ароматом ежевики

После очистки смесь деаэрируют для предотвращения окисления белка и жиров. Деаэрация способствует получению более гладкой и кремообразной текстуры сыра.

Далее смесь молока и сливок гомогенизируют. Во время гомогенизации смесь пропускается через специальные устройства под высоким давлением, приводит к измельчению жировых шариков до микроскопических размеров (диспергирование), что способствует их равномерному распределению по всему объему жидкости. В результате получается более стабильная эмульсия, которая предотвращает отделение жира и улучшает текстуру готового сыра, делая его кремообразным. Процесс гомогенизации способствует лучшему усвоению продукта, так как измельченные жировые шарики легче перевариваются. Также она увеличивает срок хранения сыра, поскольку предотвращает отделение жира и сыворотки.

После гомогенизации смесь пастеризуют обычным способом. После пастеризации молоко необходимо быстро охладить до температуры, оптимальной для добавления заквасок и ферментов. Мы принимаем температуру плюс 30-32 °С. Охлаждение предотвращает развитие нежелательных микроорганизмов и сохраняет свежесть молока. Этот этап также важен для подготовки молока к процессу ферментации. Контроль температуры на этих этапах критически важен, так как отклонения могут повлиять на текстуру и вкус будущего сыра.

В охлажденное молоко добавляются закваски – культуры молочнокислых бактерий (в основном лактококки и лактобациллы), которые запускают процесс ферментации. Они преобразуют лактозу в молочную кислоту, что приводит к снижению pH и коагуляции белков. Закваски способствуют свертыванию молока и формируют вкус сыра. Перед использованием они обязательно должны быть проверены на активность и чистоту. Количество и состав заквасок тщательно проверяются, чтобы обеспечить стабильность и однородность продукта. За 6-12 часов молоко или смесь молока со сливками становится творожным сгустком. Время зависит от разновидности используемой закваски. Закваску при этом важно менять каждые 20-30 дней, в противном случае замедлится процесс сквашивания. При использовании одной и той же закваски образуются бактериофаги, снижающие качество продукта. Они также могут привести к порче всей произведенной партии продукта.

Готовность мягкого сыра определяют не по сроку сквашивания, а по уровню кислотности. Для предотвращения дальнейшего скисания продукта при его готовности сгусток переносят в емкость и

резко охлаждают до плюс 4 °С, после чего снова нагревают до температуры плюс 52-54 °С. После повторного нагрева сгусток отправляется в сепаратор, в котором от него отделяется сыворотка. Так получается мягкий сыр. После сепарации сыр солят, доводя до вкуса, и добавляют стабилизаторы для увеличения сроков хранения продукта.

Добавление в мягкий сыр дополнительных ингредиентов позволяет разнообразить его вкус и повысить питательную ценность. В сыр добавляют ароматизатор ежевики, он придает сыру более насыщенный вкус, делает его пикантным.

Все добавки предварительно проходят термическую обработку. Если добавить в мягкие сыры продукты в необработанном виде, то сроки годности значительно сократятся. После внесения дополнительных ингредиентов сыр тщательно перемешивают, около 30 минут, и отправляют на фасовку.

В заключительном этапе производства, качественный мягкий сыр от производителя фасуется только в газовой среде. Это помогает предотвратить попадание болезнетворных бактерий и патогенных микроорганизмов, а также сделать продукт более легким и воздушным. Практически полностью стерильную массу фасуют в охлажденном виде. Так можно минимизировать добавление консервантов и увеличить сроки хранения продукции.

Автоматизированная линия фасовки занимается заполнением пластиковых контейнеров, в которых обычно поставляется сыр. Далее каждый из них запаивается фольгой и накрывается пластмассовыми крышками. Упаковка уже заполненных и закрытых контейнеров осуществляется преимущественно вручную. Упакованный и промаркированный мягкий сыр отправляется охлаждаться на склад, откуда после отгружается потребителю.

Таким образом, разработанная в данной работе технология производства мягкого сыра с ароматом ежевики представлена как выполнимая и перспективная схема, объединяющая современные аппаратурно-технологические решения и натуральные ингредиенты. Введение ароматизатора в состав мягкого сыра на основе молока и сливок позволяет получить продукт с ярким ягодным вкусом и естественным фиолетовым оттенком, что повышает его эстетическую привлекательность и рыночную конкурентоспособность в сегментах органической и десертной продукции. Перспективы применения данного подхода лежат в расширении ассортимента натуральных сыров, удовлетворяющих современные требования потребителя к вкусу, аромату и экологичности упаковки, а также позволяют выводить на рынок продукты с уникальными sensory- и эстетическими преимуществами.

Научный руководитель – Короткова А.И., преподаватель

Список литературы

1. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Т. 3: Сыры / Л.И. Степанова. - СПб. ГИОРД, 2003. https://obuchalka.org/20220319142228/spravochnik-tehnologa-molochnogo-proizvodstva-tehnologiya-i-recepturi-tom-3-siri-kuznecov-v-v-shiler-g-g-2003.html

2. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. - СПб. ГИОРД, 2003. https://znanium.ru/catalog/document?id=373791

3. Study of changes in unripened soft rennet-curd cheeses caused by the addition of dried nettle leaves: Physicochemical properties, microbial quality, polyphenol content, and sensory characteristics.A.Pluta-Kubica1, D. Najgebauer-Lejko1, P. Pająk2, J. Sobolewska-Zielińska2, Ł. Skoczylas3, A.C.K. Aththota Gamage1, A. Kratochvílová4, R.N. Salek4, I. Duda1, J. Domagała1. Volume 109, Issue 2, 2026 https://doi.org/10.3168/jds.2025-27260

4. Effects of treatment with nisin on the microbial flora and sensory properties of a Greek soft acid-curd cheese stored aerobically. SoniaKykkidoua, NikolaosPournisa, Olga K.Kostoulab, IoannisN.Savvaidisa. Volume 17, Issue 10, 2007, https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.02.006

УДК 637.146

Боссу В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ЛИКОПИНА

Аннотация В статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения системы управления безопасностью пищевой продукции на основе принципов ХАССП при производстве йогурта с добавлением ликопина. Представлена характеристика технологического процесса производства йогурта, выявлены потенциальные опасности на различных этапах производства и определены критические контрольные точки. Показано, что применение принципов ХАССП позволяет повысить

уровень безопасности и качества продукции, а также обеспечить контроль технологических процессов при производстве функциональных кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: ХАССП, безопасность пищевых продуктов, йогурт, ликопин, молочнокислые бактерии, критические контрольные точки, ферментация.

Безопасность пищевых продуктов является одним из важнейших факторов обеспечения здоровья населения. В современных условиях особое внимание уделяется внедрению систем управления безопасностью пищевой продукции на предприятиях пищевой промышленности.

Одной из наиболее эффективных систем контроля безопасности является система ХАССП (Hazard Analysis and Critical Control Points), основанная на анализе рисков и определении критических контрольных точек в технологическом процессе производства пищевых продуктов. Данная система позволяет выявлять потенциальные опасности и предотвращать их возникновение на всех этапах производства.

Особый интерес представляет внедрение системы ХАССП при производстве функциональных продуктов питания, к которым относится йогурт с добавлением ликопина. Ликопин является природным каротиноидом с выраженными антиоксидантными свойствами и широко применяется при разработке продуктов функционального питания.

Целью данной работы является разработка системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП при производстве йогурта с добавлением ликопина.

Производство йогурта осуществляется путем ферментации молока с использованием молочнокислых бактерий. Основными микроорганизмами, применяемыми в производстве йогурта, являются:

- *Streptococcus thermophilus*
- *Lactobacillus bulgaricus*

Эти бактерии обеспечивают процесс молочнокислого брожения, в результате которого происходит образование молочной кислоты и формирование характерной структуры продукта.

Технологическая схема производства йогурта с ликопином представляет собой последовательный биотехнологический процесс, включающий механическую, термическую и ферментативную обработку молочного сырья с последующим введением функционального компонента.

Процесс начинается с приема и контроля качества молока и ликопинсодержащей добавки, после чего сырьё подвергается очистке и нормализации по основным физико-химическим показателям. Далее осуществляется гомогенизация при давлении 15–25 МПа, обеспечивающая стабильность эмульсионной системы и улучшение консистенции продукта.

Пастеризация проводится при температуре 85–95 °C с целью инактивации микрофлоры и денатурации сывороточных белков, что способствует формированию устойчивой структуры. После охлаждения до температуры 40–45 °C вносятся заквасочные культуры *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, а также ликопин в форме, обеспечивающей его равномерное распределение и стабильность.

Ферментация осуществляется при контролируемых условиях до достижения pH 4,5–4,7, что сопровождается коагуляцией белков и формированием гелеобразной структуры. Завершающие стадии включают охлаждение, при необходимости перемешивание, фасование и хранение продукта при температуре 2–6 °C с обеспечением защиты ликопина от окислительного воздействия.

При разработке системы ХАССП проводится анализ возможных опасностей на каждом этапе технологического процесса.

Анализ опасностей и критические контрольные точки

При производстве йогурта с ликопином могут возникать различные виды опасностей:

Биологические опасности. К биологическим опасностям относятся патогенные микроорганизмы, которые могут попасть в продукт вместе с сырьем или в процессе производства. Наиболее опасными являются бактерии рода *Salmonella*, *Listeria* и *Escherichia coli*.

Химические опасности к химическим опасностям относятся остатки моющих и дезинфицирующих средств, антибиотики в молоке, а также возможные загрязнения пищевых добавок.

Физические опасности Физические опасности могут включать посторонние предметы, такие как металлические частицы, стекло или пластик.

В результате анализа опасностей были определены основные критические контрольные точки (ККТ): Прием молока — контроль качества сырья и его микробиологических показателей.

Пастеризация — уничтожение патогенной микрофлоры. Ферментация — контроль температуры и времени процесса. Фасование продукта — предотвращение вторичного загрязнения.

Для каждой критической контрольной точки устанавливаются критические пределы, методы контроля и корректирующие действия.

Внедрение системы ХАССП позволяет обеспечить системный подход к управлению безопасностью пищевых продуктов.

Применение принципов ХАССП при производстве йогурта с добавлением ликопина обеспечивает системный и превентивный подход к управлению безопасностью пищевой продукции на всех этапах технологического процесса. Внедрение данной системы позволяет осуществлять идентификацию, анализ и управление потенциальными биологическими, химическими и физическими опасностями, возникающими при переработке молочного сырья и внесении функциональных добавок.

Особое значение имеет обеспечение микробиологической безопасности продукта за счёт контроля критических параметров пастеризации, гарантирующих уничтожение патогенной микрофлоры, а также соблюдения оптимальных условий ферментации, необходимых для развития заквасочных культур. Контроль температурных режимов, времени обработки и санитарно-гигиенических условий производства позволяет минимизировать риск вторичного обсеменения на стадиях фасования, упаковки и хранения.

Система ХАССП также предусматривает контроль качества поступающего сырья, включая молоко и ликопинсодержащие ингредиенты, что особенно важно при производстве функциональных продуктов питания. Учитываются показатели безопасности, стабильности и совместимости компонентов, а также условия их хранения и введения в технологический процесс.

Реализация принципов ХАССП способствует поддержанию стабильности технологических режимов, повышению воспроизводимости качества продукции и снижению вероятности отклонений в процессе производства. В результате обеспечивается высокий уровень безопасности готового продукта, его соответствие нормативным и санитарным требованиям, а также повышается доверие потребителей к продукции.

Кроме того, внедрение системы ХАССП способствует повышению эффективности управления производственными процессами и улучшению качества выпускаемой продукции.

Разработка и внедрение системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП является ключевым элементом обеспечения качества и безопасности пищевой продукции в современных условиях функционирования предприятий молочной промышленности. Данный подход основан на системной идентификации опасностей, оценке рисков и установлении эффективных мер контроля на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Применение принципов ХАССП при производстве йогурта с добавлением ликопина позволяет обеспечить комплексный контроль технологического процесса, начиная от входного контроля сырья и заканчивая хранением и реализацией готовой продукции. Особое внимание уделяется управлению критическими контрольными точками, связанными с пастеризацией, ферментацией и фасованием, что обеспечивает минимизацию биологических рисков и предотвращение вторичного загрязнения.

Внедрение системы ХАССП способствует повышению эффективности производственного контроля, улучшению прослеживаемости сырья и промежуточных продуктов, а также стандартизации технологических операций. Кроме того, обеспечивается стабильность физико-химических и органолептических показателей готового продукта, что особенно важно при производстве функциональных продуктов питания, обогащённых биологически активными веществами, такими как ликопин.

Таким образом, использование принципов ХАССП позволяет не только повысить уровень безопасности и качества йогурта, но и обеспечить устойчивость технологического процесса, снизить производственные риски и повысить конкурентоспособность продукции на рынке. Внедрение данной системы является необходимым условием для выпуска современных функциональных молочных продуктов, отвечающих требованиям нормативной документации и ожиданиям потребителей.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Тамим А. Й. Йогурт: технология и качество. — СПб.: Профессия, 2015. — 400 с.
Шидловская В. П. Биохимия молока и молочных продуктов. — М.: Агропромиздат, 2016. — 304 с.
Мазохина-Поршнякова Н. Н. Система ХАССП в пищевой промышленности. — М.: Пищепромиздат, 2019. — 280 с.
2. Кодекс Алиментариус. Система анализа опасностей и критические контрольные точки (HACCP). — Рим: FAO/WHO, 2020.
3. Шевченко В. В. Безопасность пищевых продуктов. — М.: Инфра-М, 2019. — 256 с.
4. Кулагина О. Ю. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов. — М.: Академия, 2018. — 224 с.
5. Анисимов Г. С., Петров А. Н. Технология кисломолочных продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 2017. — 288 с.
6. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Химический состав российских пищевых продуктов. — М.: ДеЛи плюс, 2018. — 236 с.

7. Пономарев А. Н. Функциональные продукты питания: технологии и применение. — М.: КолосС, 2020. — 312 с.
8. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Технология пищевых производств. — М.: КолосС, 2016. — 768 с.
9. Ермаков А. М. Микробиология пищевых производств. — СПб.: Профессия, 2019. — 352 с.
ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain.
10. Третьяков А. В. Управление качеством и безопасностью пищевой продукции. — М.: Юрайт, 2021. — 310 с.

УДК 637.14

Боссу В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА С ЛИКОПИНОМ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения ферментативных технологий при производстве кисломолочного продукта — йогурта, обогащённого ликопином. Описаны основные этапы технологического процесса производства йогурта, включая подготовку молочного сырья, пастеризацию, внесение закваски и процесс ферментации. Рассмотрено влияние ликопина на пищевую и биологическую ценность готового продукта. Показано, что добавление ликопина способствует повышению антиоксидантной активности йогурта и позволяет расширить ассортимент функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: ферментация, йогурт, ликопин, молочнокислые бактерии, функциональные продукты питания, антиоксиданты.

Введение В настоящее время одним из перспективных направлений развития пищевой промышленности является создание функциональных продуктов питания, обладающих повышенной биологической ценностью и способных оказывать благоприятное влияние на здоровье человека. Особое место среди таких продуктов занимают кисломолочные продукты, получаемые с использованием процессов ферментации.

Йогурт является одним из наиболее популярных ферментированных молочных продуктов. Его производство основано на использовании молочнокислых бактерий, которые преобразуют молочный сахар — лактозу — в молочную кислоту. В результате этого процесса происходит коагуляция молочных белков и формируется характерная структура продукта.

Одним из способов повышения пищевой ценности йогурта является его обогащение биологически активными веществами. Перспективной добавкой является ликопин — природный каротиноид, обладающий выраженными антиоксидантными свойствами. Ликопин содержится преимущественно в томатах и продуктах их переработки и способен нейтрализовать свободные радикалы, оказывая защитное действие на клетки организма.

Целью данной работы является рассмотрение особенностей ферментативных технологий производства йогурта с добавлением ликопина.

Материалы и методы исследования Производство йогурта основано на процессе молочнокислого брожения, который осуществляется с использованием заквасочных культур. Основными микроорганизмами, применяемыми при производстве йогурта, являются:

Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus

Streptococcus thermophilus

Данные микроорганизмы активно взаимодействуют между собой и обеспечивают эффективное протекание ферментационных процессов. Ферментативные технологии играют ключевую роль при производстве йогурта с добавлением ликопина, обеспечивая формирование структуры продукта, его органолептических характеристик и функциональных свойств. Применение ферментов и метаболической активности молочнокислых микроорганизмов позволяет эффективно адаптировать технологический процесс к введению биологически активных компонентов, таких как ликопин.

Основу ферментативных процессов составляет деятельность заквасочных культур — *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. В ходе их метаболической активности происходит ферментативный гидролиз лактозы с образованием молочной кислоты, что приводит к снижению pH среды и коагуляции казеиновых мицелл. Это обеспечивает формирование гелеобразной структуры йогурта, определяющей его консистенцию и стабильность.

Особое значение при производстве йогурта с ликопином имеет протеолитическая активность микроорганизмов. Под действием протеаз происходит частичный гидролиз белков молока с образованием пептидов и аминокислот, которые не только улучшают вкусовые характеристики продукта, но и могут взаимодействовать с ликопином, способствуя его более равномерному распределению в белковой матрице.

Ферментативные процессы также оказывают влияние на липидную фазу продукта. Несмотря на то, что ликопин является жирорастворимым соединением, его биодоступность во многом зависит от структуры молочной эмульсии. Гомогенизация в сочетании с ферментативной активностью способствует образованию стабильной дисперсной системы, что улучшает усвоение ликопина организмом.

Дополнительно следует отметить роль ферментативного синтеза экзополисахаридов молочнокислыми бактериями. Эти соединения повышают вязкость и водоудерживающую способность продукта, что особенно важно при введении растительных добавок, способных изменять структуру йогурта. Экзополисахариды способствуют стабилизации геля и предотвращают отделение сыворотки.

Важным аспектом является влияние ликопина на ферментативную активность микроорганизмов. При оптимальных концентрациях ликопин не оказывает ингибирующего воздействия на заквасочные культуры, однако его антиоксидантные свойства могут способствовать стабилизации клеточных мембран бактерий и повышению их устойчивости к окислительному стрессу.

Таким образом, ферментативные технологии при производстве йогурта с ликопином обеспечивают не только протекание процессов молочнокислого брожения, но и формирование устойчивой структуры продукта, равномерное распределение функционального компонента и повышение его биодоступности. Это делает их важным инструментом создания современных функциональных молочных продуктов с заданными свойствами.

Технологический процесс производства йогурта включает следующие этапы:

Технологический процесс производства йогурта с добавлением ликопина включает последовательность взаимосвязанных операций, направленных на получение безопасного и функционального продукта с заданными качественными характеристиками.

На первом этапе осуществляется прием и контроль качества сырья, включая молоко и ликопинсодержащую добавку. Далее проводится очистка и нормализация молока по содержанию жира и сухих веществ. После этого смесь подвергается гомогенизации при давлении 15–25 МПа, что обеспечивает стабильность эмульсии и улучшение консистенции продукта.

Следующим этапом является пастеризация при температуре 85–95 °C с выдержкой 5–10 минут, направленная на уничтожение патогенной микрофлоры и денатурацию сывороточных белков. После пастеризации смесь охлаждают до температуры заквашивания (40–45 °C), вносят заквасочные культуры молочнокислых бактерий и добавляют ликопин в виде порошка, экстракта или инкапсулированной формы.

Ферментация проводится при температуре 40–45 °C в течение 4–8 часов до достижения pH 4,5–4,7. В ходе этого процесса происходит образование молочной кислоты и формирование структуры продукта. По завершении ферментации йогурт охлаждают до 4–6 °C для стабилизации свойств.

Заключительными этапами являются фасование продукта в стерильную упаковку и хранение при низких температурах. Особенностью технологии является необходимость защиты ликопина от воздействия света, кислорода и высоких температур для сохранения его антиоксидантных свойств.

Для получения йогурта с ликопином в молочную смесь дополнительно вводится источник ликопина — томатный порошок или экстракт томатов.

Результаты и обсуждение

Добавление ликопина в состав йогурта оказывает влияние на ряд характеристик продукта.

Прежде всего наблюдается повышение антиоксидантной активности готового продукта. Ликопин является одним из наиболее эффективных природных антиоксидантов и способен снижать уровень окислительного стресса в организме человека.

Кроме того, добавление ликопина влияет на органолептические свойства продукта. Йогурт приобретает слегка розоватый оттенок, что может повышать его привлекательность для потребителей. При оптимальной дозировке добавки вкусовые качества и консистенция продукта сохраняются на высоком уровне.

В ходе ферментации молочнокислые бактерии активно перерабатывают лактозу, образуя молочную кислоту. Это приводит к снижению pH среды и формированию плотного молочного сгустка.

Продолжительность ферментации обычно составляет от 4 до 8 часов при температуре 40–45 °C. После завершения процесса продукт охлаждают до температуры 4–6 °C для стабилизации структуры и предотвращения дальнейшего развития микроорганизмов.

Таким образом, использование ликопина в составе йогурта позволяет повысить функциональную ценность продукта без существенного изменения технологического процесса его производства.

Заключение :

Ферментативные технологии производства йогурта позволяют получать продукты с высокой пищевой и биологической ценностью. Использование молочнокислых бактерий обеспечивает формирование характерной структуры, вкуса и полезных свойств кисломолочных продуктов.

Добавление ликопина в состав йогурта является перспективным направлением развития молочной промышленности. Данный каротиноид обладает выраженными антиоксидантными свойствами и способствует повышению функциональной ценности продукта.

Разработка технологий производства йогурта с ликопином позволяет расширить ассортимент молочной продукции и создать новые продукты функционального питания, способствующие укреплению здоровья населения.

Научный руководитель - Кабанова Т.В., к.б.н., доцент

Список литературы

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В. Технология молока и молочных продуктов. — М.: КолосС, 2019. — 304 с. — С. 112–145.
2. Барышникова Л. М., Коваленко В. И. Ферментированные молочные продукты: теория и практика. — СПб.: Лань, 2020. — 256 с. — С. 78–102.
3. Воробьёва Л. И. Биотехнология молочных продуктов. — М.: ДеЛи плюс, 2018. — 320 с. — С. 134–160.
Гаврилова Н. Б., Щербакова Т. А. Микробиология молока и молочных продуктов. — М.: Академия, 2017. — 288 с. — С. 95–120.
4. Ермолаева Г. А. Технология кисломолочных продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 2021. — 280 с. — С. 150–175.
5. Rao A. V., Agarwal S. Role of lycopene as antioxidant in human health // Journal of Food Science. — 2000. — Vol. 65, № 3. — P. 502–509.
6. Shi J., Le Maguer M. **Lycopene in** tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2000. — Vol. 40, № 1. — P. 1–42.
7. Tamime A. Y., Robinson R. K. Yoghurt: Science and Technology. — 3rd ed. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2007. — 808 p. — P. 215–260.
8. Shah N. P. Functional cultures and health benefits // International Dairy Journal. — 2007. — Vol. 17, № 11. — P. 1262–1277.
9. Granato D., Branco G. F., Cruz A. G. Functional foods and non-dairy probiotic food development // Comprehensive Reviews in Food Science. — 2010. — Vol. 9, № 3. — P. 292–302.

УДК 637.146.34/057

Гиноян Р.В.
Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород
Кабанова Т.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК: КЕДРОВОГО ОРЕХА И ПЕТРУШКИ НА КАЧЕСТВО РАССОЛЬНОГО СЫРА ГРУЗИНСКИЙ

Аннотация. Статья освещает влияние функциональных добавок растительного происхождения (кедрового ореха и петрушки) на характеристики качества сыра Грузинский. В результате проведенных исследований установлено, что при внесении в сырную массу (0,2…0,6) % измельченных свежих листьев петрушки и (1,5…3,5) % измельчённых (1,5… 2,0) мм ядер кедрового ореха, сыр получается более сбалансированным по химическому составу. Функциональные добавки обогащают продукт дополнительным источником полиненасыщенных жирных кислот: омега-3, аминокислотами, витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами, пищевыми волокнами и другими микронутриентами.

Ключевые слова**:** сыр Грузинский, функциональные добавки, полиненасыщенные жирные кислоты, омега-3, петрушка, кедровый орех, пищевые волокна, аминокислоты, витамины, микронутриенты.

Введение. В настоящее время **нутрициологи** большое внимание уделяют получивший в нашей стране популярность теме «здорового» питания. Интерес представляет продукция, произведенная из натуральных компонентов, с содержанием в рецептуре растительных функциональных ингредиентов, таких как полиненасыщенных жирных кислот: омега-3, аминокислот, витаминов, минеральных веществ, органических кислот, пищевых волокон и различных микронутриентов. В соответствии с правилами пищевой комбинаторики целесообразно обогащать продукты массового потребления, например, рассольные сыры.

Здоровье современного человек, в значительной степени зависит от характера и структуры питания.

Главным фактором, наносящим вред нашему здоровью, является нарушение структуры питания, именно по этой причине определяется дефицит витаминов А, С, группы В. Авторами также отмечается хронический дефицит белка в рационе, особенно детского и пожилого возраста [15,16].

Исходя из вышеизложенного, крайне актуальной и целесообразной является разработка рецептуры производства сыра Грузинский с растительными ингредиентами, богатыми полиненасыщенными жирными кислотами и различными микронутриентами: кедровыми орехами и петрушкой.

Орех кедровый (лат. *Nucleus pineus*), Кедровый орех давно известен как ценный пищевой продукт, содержащий сложный комплекс природных химических элементов и минеральных веществ. Химический состав кедрового ореха: общий азот; белковый азот; небелковый азот; свободные кислоты: глутаминовая, аланин, пролин, аспаргиновая, тирозин и т.д. А также полисахариды и легкорастворимые углеводы, жир, минеральные вещества, эфирное масло. Ядра кедрового ореха содержат более 60% масла высокого качества, более 13% белка, что подтверждает их высокую биологическую ценность.

Кедровые орехи — отличный источник жирных кислот омега-3 (34,1 г на 100 г продукта). При этом рекомендуемая суточная норма для взрослых составляет 1,6 г/сутки. Жирные кислоты омега-3 важны для здоровья мозга, они помогают дольше сохранять когнитивные функции и снижают риск развития деменции.

Ученые установили, что употребление натощак хотя бы 60 г орехов в день в течение двух месяцев снижает уровень глюкозы и чувствительности к инсулину у людей с диабетом 2-го типа.

Высокое содержание триптофана (43% от суточной нормы) делает кедровые орехи идеальной «едой для сна». Аминокислота (L-триптофан) превращается в серотонин — важный нейротрансмиттер, который благотворно влияет на настроение и сон. Снижение уровня серотонина увеличивает риск возникновения нарушений сна, повышения уровня стресса [13].

Ядра кедрового ореха богаты витаминами группы В, витаминами А, Е и К, а также железом, фосфором, цинком, магнием, медью и марганцем. Они содержат 19 аминокислот, среди которых 8 незаменимых для человека: лейцин, изолейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, валин, фенилаланин. Организм человека не может синтезировать их самостоятельно, однако они необходимы для развития мышц, эластичности связок, кожи и сухожилий [17].

Петрушка (Petroselinum crispum) одна из наиболее ценных пряных зеленных культур, относится к семейству зонтичных (Apiaceae). Петрушка холодостойкое двулетнее растение. Семена прорастают при температуре 2-30 °С, однако оптимальной является температура для прорастания 20 °С при температуре роста от 7°С до 25°С. Всходы выдерживают заморозки до -9 °С. Петрушка — культура с мелкими корнями, требующая равномерного уровня влажности почвы. Нехватка воды замедляет рост листьев и снижает урожайность. Растение лучше всего развивается в условиях продолжительного солнечного дня. Петрушка плохо переносит засуху, так как ткань растения очень нежная. Петрушка нуждается в хорошо дренированных, плодородных почвах с высоким содержанием органических веществ [18].

Она хорошо растет на почвах с pH от 6,0 до 7,0 и оптимальным значением pH 6,5. Петрушка имеет глубокие корни и высокую потребность в воде. Особый аромат многих сортов петрушки обусловлен эфирным маслом, содержащимся в листьях и семенах растения. Листья и корни петрушки также содержат эфирное масло. Основными компонентами петрушки являются флавоноиды, миристицин и апиол. Листья петрушки содержат альдегид, монотерпеновый спирт, сесквитерпеновый углеводород, спиртовые и кетоновые соединения [14]. Корни петрушки содержат фуранокумарин, семена — сесквитерпен, а стебель - фенилпропаноид. Содержание каждого из этих химических компонентов варьируется в зависимости от вида и условий выращивания. Химический состав растения меняется в зависимости от сезона. Петрушка известна как хороший источник витамина С и минералов. В 100 г свежей петрушки содержится 36 ккал, 133 мг витамина С, 554 мг калия, 138 мг кальция, а также небольшое количество витамина Е и других витаминов, минералов, белка и клетчатки.

Петрушка обладает противозудным, слабительным, спазмолитическим, ветрогонным, мочегонным, разжижающим, пищеварительным, отхаркивающим, галактогонным, желудочным и почечно-тонизирующим действием [11].

Петрушка богата антиоксидантами и, кроме того, является хорошим источником определенных минералов и пищевых волокон.

Свежие листья петрушки очень питательны и сами по себе могут считаться природной минеральной и витаминной добавкой. В основном растения используются в качестве мочегонного средства, так как они полезны для выведения камней из организма и лечения водянки, желтухи, цистита. Она применяется как средство для детоксикации, которое помогает организму выводить токсины с мочой, а также помогает в лечении различных заболеваний, таких как ревматизм. Листья петрушки используются наружно для смягчения укусов, при лечении рака и опухолей [12].

Цель исследований - разработка рецептуры производства сыра Грузинский с функциональными растительными добавками: измельченуые ядра кедрового ореха и петрушки измельченной, а также изучение влияния оптимальных доз ингредиентов на некоторые физико-химические показатели и органолептические свойства экспериментальных образцов сыра, и их сравнительная оценка с контрольным.

Условия, материалы и методы. В качестве основного сырья для выработки контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский в соответствии с требованиями [1] использовали:

- молоко коровье сырое [2];

-бактериальную закваску на чистых культурах термофильных молочнокислых стрептококков по ГОСТ 34372 [5];

-молоко-свертывающие ферментные препараты животного происхождения: сычужный фермент телячий соответствующей требованиям ГОСТ ISO 15163 [9];

-кальция хлорид Е509, добавка пищевая по ГОСТ Р 55973-2014;

-орехи кедровые очищенные по ГОСТ 31852-2012 [3];

- укроп свежий по ГОСТ 32856-2014 [4];

- соль пищевая по ГОСТ Р 51574–2018. [7];

-воду питьевую [6].

Объектами исследования являлись четыре образца сыра Грузинский, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 33959 [1], технологической инструкцией и по предлагаемой нами рецептуре, со сроком созревания в маринаде 30 суток.

Рецептура приготовления экспериментальных образцов включала в себя следующие соотношения растительных компонентов (в % к массе сырного зерна): в образец 1,5 % измельченные ядра кедрового ореха и 0,2 % петрушки измельченной; в образец 2,5 % и 0,4 % соответственно; в образец 3,5 % и 0,6% соответственно; в контрольный образец функциональные растительные добавки не вносились.

Исследования проводились в 2024/2025 году на базе кафедры «Товароведение и переработка продукции животноводства» (далее Т и ППЖ). Определение физико-химических показателей в контрольном и экспериментальных образцах сыра Грузинский проводили с использованием общепринятых стандартных методов в меж-кафедральной испытательной лаборатории Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева.

Органолептические показатели контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский (внешний вид, цвет, структуру, консистенцию, вкус и запах) оценивали по 50 балльной шкале в соответствии с требованиями.

В качестве дегустаторов выступили обучающиеся и преподаватели кафедры Т и ППЖ НГАТУ им. Л. Я. Флорентьева. Эксперименты проводились в пятикратной повторности. Обработка результатов измерений проводилась с помощью известных методов математической статистики с использованием MS Excel.

Результаты и обсуждение. При создании рецептуры образцов сыра Грузинский оптимизирован компонентный состав экспериментальных образцов каждой группы сыра. Проведены экспериментальные исследования по корректировке и последовательности технологических операций и режимов изготовления сыра, обогащенного компонентами. Подобраны дозы, стадия и способы внесения в сырное зерно перед формованием, полученные после специальной подготовки функциональных добавок (измельченные ядра кедрового и петрушки измельчённой).

Балльную оценку всех образцов сыра проводили по 50 балльной шкале: вкус и запах – 20, консистенция – 10, цвет – 5, рисунок – 5, Цвет теста -5, Внешний вид -5, упаковка и маркировка – 5 (не учитывается, так как образцы не упакованы и не маркированы.[8]. Среднее значение балльной оценки органолептических показателей контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Среднее значение балльной оценки органолептических показателей контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский.

Показатели	Контрольный образец	Экспериментальные образцы сыра		
		образец-1	образец - 2	образец - 3
Вкус и запах	17,2	17,6	19,2	18,5
Консистенция	7,4	8,4	8,6	8,3
Цвет теста	4,3	4,4	4,5	4,7
Рисунок	4,2	3,8	4,6	4,3
Внешний вид	3,8	4,0	4,3	4,0
Общий балл	36,9	38,2	41,2	39,8

Специалисты дегустаторы установили, что все экспериментальные образцы сыра Грузинский имеют значительную высокую балльную оценку и были более предпочтительными, чем контрольный

образец, им присущий приятный вкус и запах внесённых компонентов. При сравнительной оценке органолептических свойств качества экспериментальные образцы сыра 1, 2 и 3 с различными дозами функциональных добавок набрали большее баллов по сравнению с контрольным на 1,3; 4,3 и 2,9 единиц соответственно.

Цвет теста в экспериментальных образцах, приготовленном с функциональными компонентами в рецептурах, были от бледно-зеленоватого до слабо-зеленоватого оттенка.

Измельчённые ядра кедрового ореха и измельчённые свежие зеленые листы петрушки несколько изменили внешний вид, на разрезе рисунка и поверхности сыра появились незначительные вкрапления функциональных добавок. Экспериментальные образцы сыра имели приятно слабовыраженный вкус и запах кедрового ореха и петрушки.

Результаты исследования некоторых физико-химических показателей контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднее значение физико-химические показатели контрольного и экспериментальных образцов сыра Грузинский

Наименование показателя	Характеристика образцов			
	Контрольный образец	Экспериментальные образцы		
		образец № 1	образец № 2	образец №3
Массовая доля жира, %	22,54	23,87	24,46	24,97
Массовая доля углеводов, %	3,70	3,46	3,17	2,95
Массовая доля белка, %	32,50	33,82	34,28	34,50
Активная кислотность, еднц. P^H	6,47	6,45	6,42	6,40
Содержание соли (%)	6,95	6,82	6,45	6,18

Незначительно изменяются содержание белков, жиров и углеводов в экспериментальных образцах сыра Грузинский, что является положительным фактором и свидетельствует о наибольшей сбалансированности продукта по химическому составу. Содержание жира в экспериментальных образцах 1, 2 и 3 по сравнению с контрольным увеличивается на (1,33; 1,92 и 2,43) % соответственно; содержание белка- (1,32; 1,78 и 2,0) %. Содержание углеводов и соли особые изменения не перетерпливают.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что внесение в рецептуру сыра Грузинский (0,2…0,6) % измельченных свежих листьев петрушки и (1,5…3,5) % измельчённых (1,5… 2,0) мм ядер кедрового ореха, сыр получается более сбалансированным по химическому составу. Функциональные добавки обогащают продукт дополнительным источником полиненасыщенных жирных кислот: омега-3, аминокислотами, витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами, пищевыми волокнами и другими микронутриентами.

Дегустаторы пришли к заключению, что для внедрения в производство наиболее целесообразна рецептура №2 экспериментального образца сыра Грузинский.

Список литературы

1. ГОСТ 33959-2016. Сыры рассольные. Технические условия.
2. ГОСТ 31449-2013. Межгосударственный стандарт. Молоко коровье сырое. Технические условия.
3. ГОСТ 31852-2012. Орехи кедровые очищенные.
4. ГОСТ 32856-2014 Укроп свежий. Технические условия (с поправкой). [Электронный ресурс]. http://docs.cntd.ru/document/1200115077
5. ГОСТ 34372-2017. Межгосударственный стандарт. Закваски бактериальные для производства молочной продукции.
6. ГОСТ Р 51232-98. Государственный стандарт Российской Федерации. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
7. ГОСТ Р 51574-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Соль пищевая. Общие технические условия.
8. ГОСТ Р ИСО 22935–2–2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки.
9. ГОСТ ISO 15163-2014. Межгосударственный стандарт. Молоко и молочные продукты. Сычужный фермент из сычугов телят и ферментный препарат из сычугов крупного рогатого скота. Определение содержания химозина и говяжьего пепсина методом хроматографии.
10. Батурин А.К., Васильев А.В., Гаппаров М.М.Г., Жилинская Н.В. [и др.] // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 24-34. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039.
11. Дыйканова, М. Е. Органические удобрения повышают урожайность и качество ранней продукции зеленных культур / М. Е. Дыйканова, В. И. Терехова // Картофель и овощи. – 2023. – № 12. – С. 26-28. – DOI 10.25630/PAV.2023.85.18.001

12. *Ежова А.Д.* Краткий обзор ботанических характеристик, химического состава и применения петрушки. В сборнике: Актуальные вопросы современной селекции, биотехнологии и ботаники. Сборник докладов всероссийской студенческой научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 183-185.
13. Кижаева Д.А., Алексеева Ю.А./ Разработка рецептуры йогурта с кедровым орехом//В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции. В IV томах. п. Молодежный, 2022. С. 240-243.
14. Мешков, А. В. Практикум по овощеводству / А. В. Мешков, В. И. Терехова, А. В. Константинович. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2022. – 292 с. 5.
15. Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потреб ностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк,
16. Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ// Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 4. С. 6-19. https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.
17. Рязанова О.А., Николаева М.А., Карташова Л.В. Ботаническая и товароведная характеристики кедрового ореха // Товаровед продовольственных товаров. 2021. № 2. С. 94-98. https://doi.org/10.33920/igt-01-2102-02.
18. Mylavarapu, R. Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils./ R. Mylavarapu, G. Zinati. // Scientia Horticulturae, 2009. – 120(3). – pp. 426-430.

УДК 664.95:637.182

Евдокимова О.В.
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, г. Орел
Иванова Т.Н.
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел

ОБОГАЩЕНИЕ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ, УЛУЧШАЮЩИМИ РАБОТУ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Аннотация. Результаты статистического анализа заболеваемости пищеварительной системы жителей Орловской области за последние 15 лет показали незначительный рост (до 5%). Представлены данные по содержанию витаминов и минеральных веществ лекарственного растительного сырья, улучшающего работу желудочно-кишечного тракта. Приведены соотношения растительных ингредиентов для обогащения плавленых сыров

Ключевые слова: семена льна, шрот расторопши, корни одуванчика, спирулина, овсяные хлопья «Геркулес»

Одним из основных направлений государственной политики Российской Федерации является охрана здоровья населения, а также развитие пищевой и перерабатывающей промышленности для полноценного удовлетворения потребностей населения за счёт отечественных продуктов питания, что подтверждено Указами Президента, Федеральными законами РФ, распоряжениями правительства.

В современных условиях одной из актуальных проблем развития медицины, причем не только в России, но и во многих странах мира является распространённость болезней органов пищеварения [1]. С учетом многих факторов, в частности, нарушение рациона питания, стрессы, неблагоприятная экологическая обстановка, использование в питании некачественных и генномодифицированных продуктов ФАО ВОЗ считает, что в середине XXI века заболевания органов пищеварения займут одно из ведущих мест [7].

В последние годы всё большее внимания учёных уделяется созданию и продвижению на потребительский рынок функциональных и специализированных продуктов питания, которые оказывают регулирующее действие на организм человека.

В молочной промышленности намечена четкая тенденция производства продуктов, в том числе плавленых сыров обогащённых добавками растительного происхождения, богатыми биологически активными веществами [3, 4, 5, 11].

Плавленые сыры являются наиболее удобными объектами в технологическом процессе для обогащения добавками из растительного сырья. В этой связи наибольший интерес представляет лекарственное растительное сырьё (ЛРС), которое является богатым источником физиологически функциональных ингредиентов, играющих значительную роль в предотвращении многих заболеваний.

Проведённый нами анализ заболеваемости пищеварительной системы показал, что из шестнадцати классов болезни населения два класса непосредственно связаны с питанием. Так, в Орловской области 12 тыс. человек имеют заболевания, связанные с обменом веществ, более 20

тыс. имеют болезни органов пищеварения. За последние 15 лет доля случаев болезней органов пищеварения в общем числе болезней составляет от 3,5 до 4,8% [6].

Целью работы является разработка технологии обогащения плавленых сыров лекарственным растительным сырьём, улучшающим пищеварение.

Для обогащения сыра плавленого проводили замену части молочного сырья смесью в количестве 4%. В качестве контроля брали плавленый сыр «Российский», в рецептуре которого исключили другие сычужные сыры, оставив только в качестве основного молочного ингредиента сыр сычужный «Российский», дополнительно вводили 10%-ные сливки. В качестве соли-плавителя использовали SOLVA 35C, pH 3,5±0,2, которая предназначена для производства блочного сыра плавленого, обеспечивает хорошую текучесть при плавлении и способствует повышению твердости готового продукта.

В качестве обогатителей использовали лекарственные растения, обладающие противоязвенным действием: семена льна, шрот расторопши, корни одуванчика, спирулина, в качестве основы брали муку из овсяных хлопьев «Геркулес» в следующих соотношениях, кг. на 100кг соответственно: 10:10:1,0:15:64.

При изготовлении сыров растительное сырье промывали при температуре 20° С в течение 5-10 минут, сушили при 35-40° С в течение 5 часов до влажности не более 10%, измельчали отдельно каждый вид сырья, просеивали, дозировали, смешивали, подвергали гидротермической обработке, полученную смесь вводили в количестве 4% (40 кг на 1000 кг). Введение в рецептуру смеси из лекарственного растительного сырья, улучшающего работу ЖКТ, придавало готовому продукту сырный вкус со слегка травянистым, терпким привкусом и запахом, цвет обусловлен цветом вносимой смеси. Консистенция сыра пластичная, слегка упругая, со слабозаметными включениями растительного сырья по всей массе сыра. Цвет оливковый за счет введения спирулины, вид на разрезе характеризуется отсутствием рисунка. Внешний вид - упакован в газонепроницаемые коробки из полимерного материала, плотно прикрыт фольгой. После удаления покрытия из фольги поверхность сыра чистая, не подсохшая. По сумме баллов сыр получил оценку «отлично».

Семена льна содержит 18-33% белков, 12,26% углеводов, 30 48% жирного масла, состоящего из глицеридов калиевой, линолевой, олеиновой кислот. Семена льна, обладая слабительным свойством при набухании в содержимом желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), раздражают рецепторы стенок кишечника, усиливают перистальтику. Слизь семян льна обладает обволакивающими смягчающими свойствами, что уменьшает раздражение при воспалительных и язвенных процессах оболочки ЖКТ [16].

Шрот расторопши содержит до 13% жира, в состав которого входят полиненасыщенные жирные кислоты (омега-6 омега-9), которые связывают холестерин в лёгко выводимую из организма форму, препятствуя отложению его на стенках сосудов. Содержание клетчатки составляет до 28%, придавая шроту функциональные свойства, способствуя улучшению перистальтики кишечника и выведению шлаков из организма человека [10]. Шрот содержит флавоноид силимарин, который благодаря антиоксидантным и гепатопротекторным свойствам защищает ЖКТ от токсичных воздействий, нормализует работу печени [13].

Корни одуванчика отличаются высоким содержанием инулина (до 24%). Рекомендованы для возбуждения аппетита, при гастритах для повышения секреции пищеварительных желёз, а также в качестве желчегонного средства [8].

Спирулина широко применяется в отечественной диетологии. Пищевая ценность и функциональные свойства спирулины объясняются общим химическим составом. Сушёная спирулина содержит до 60% белков, в состав которых входят все незаменимые аминокислоты, превосходит по их содержанию растительные источники белка [14, 15]. В спирулине содержится до 7% липидов, в состав глицеридов которых входят линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты. Высокое содержание полноценных белков и полиненасыщенных жирных кислот, а также высокое содержание витаминов, в частности, β–каротина, токоферолов, тиамина, ниацина, пиридоксина способствует нормализации работы ЖКТ.

Мука из овсяных хлопьев «Геркулес» имеет высокую пищевую ценность, содержит до 11% белков, полноценных по аминокислотному составу, 1,3% клетчатки, отличается высоким содержанием калия (330 мг/%), кальция, фосфора (более 300 мг/%), железа (3,6 мг/%). В значительных количествах присутствуют витамины мг/% : B_1 - 0,45; витамин B_2 - 0,10; РР - 1,0. Для ЖКТ важную роль играют слизи, содержащиеся в овсяных хлопьях, которые обволакивают стенки ЖКТ, предохраняя от нежелательных воздействий.

Нам исследовал минеральный состав ЛРС, который показал высокое содержание магния в семенах льна и шроте расторопши, в которых удовлетворение суточной потребности (УСП) составляет более 140%. Магний снижает холестерин, участвует в синтезе белков, липидов, нуклеиновых кислот. В корнях одуванчика установлено высокое содержание кремния, который участвует в пищеварении, поддерживая в желчи холестерин в растворенном состоянии.

Семена льна, спирулина, шрот расторопши отличаются высоким содержанием фосфора 50-62% УСП. Соединения фосфорной кислоты обеспечивают проявление функции ряда витаминов,

участвующих в пищеварении. Калием богаты корни одуванчика более 40% УСП. Калий влияет на выделение инсулина поджелудочной железы. Установлено высокое содержание хрома в шроте расторопши (150% УСП), который снижает уровень холестерина, влияет на усвояемость глюкозы [12]. Марганец влияет на биосинтез холестерина и другие виды обмена веществ [9]. Установлено, что все виды ЛРС по большинству макро- и микроэлементов относятся к функциональным ингредиентам и могут быть использованы для обогащения плавленных сыров, улучшающих работу ЖКТ [2].

Выводы:

- семена льна, шрот расторопши, корни одуванчика, спирулина содержат большинство макро- и микроэлементов в количестве от 10 до 50% и более от суточной физиологической потребности и могут быть отнесены к физиологическим функциональным пищевым ингредиентам;

- лекарственные растительные ингредиенты и мука из овсяных хлопьев «Геркулес», отличаются высоким содержанием биологически активных веществ и могут быть рекомендованы для обогащения плавленых сыров.

Список литературы

1. Беляева Ю.Н. Болезни органов пищеварения как медико-социальные проблемы. – Бюллетень медицинских интернет конференций. – 2013; 3: - с. 566 – 568.
2. Евдокимов Н.С. Характеристика минерального состава лекарственного растительного сырья для создания пищевых добавок / Евдокимов Н.С., Евдокимова О.В., Иванова Т.Н., Пьяникова Э.А. // Извести ВУЗов: Пищевая технология, №5-6 (394), 2023.- С.30-37.
3. Евдокимов Н.С. Влияние термической обработки на антиоксидантную активность ингредиентов композиционной смеси для плавленых сыров / Н.С. Евдокимов, С.А. Калманович, Т.Н. Иванова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2019. № 4. – С. 23-26.
4. Евдокимов Н.С. Плавленые сыры: инновационные подходы к повышению потребительских свойств и анализ спроса и предложения [монография] / Н.С. Евдокимов.- Орел: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2021. – С. 93.
5. Евдокимов, Н.С. Оптимизация рецептурного состава питательной смеси для плавленых сыров / Н.С. Евдокимов, В.В. Марков // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 3. – С 112-117.
6. Евдокимова О.В. Анализ заболеваемости пищеварительной системы населения на примере Орловской области и лекарственных растений, разрешенных к применению в пищевых технологиях / Евдокимова О.В., Иванова Т.Н., Бутенко И.В., Евдокимов Н.С. / Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов, № 6(77), 2022.- С. 97-102.
7. Кореневская Е.В., Лопухова В.А. / Медикосоциальная значимость проблемы первичной гастроэнтерологической заболеваемости в РФ. Эфективный менеджмент здравоохранения: Стратегии инноваций. – Сб. Мат. Всероссийской научно-практической конференции. – 2018 с. – 129-132.
8. Лекарственные растения. Справочное пособие / Под ред. Н.И. Гринкевич.- М.Высшая школа.- 1991.- 397с.
9. Марганец: роль вещества в организме человека https://uteka.ru/articles/vitaminy/marganets/ (дата обращения: 18.02.2024)
10. Патент 2442597 Российская Федерация, МПК A61K 36/52. Способ получения экстракта зеленых грецких орехов используемых в лечебных пищевых БАД и косметических целях / Михалев В.Ю., Михалева М.А., заявитель и потентообладатель: ЗАО Научно-производственное объединение «Европа – Биофарм». заявл. 08.06.2010; опубл. 20.02.2012.
11. Перспективные направления использования добавок в производстве плавленых сыров / Евдокимов Н.С. // Материалы VI Всероссийской молодёжной научно-практической конференции «Студенчество России: век XXI» (сборник) //. В 4-х частях. – Часть 2. – Орѐл, 2019. – 18-24 с.
12. Терентьева Л.А. Вопросы питьевого лечения минеральными водами методология дальнейших исследований.- Тезисы докладов симпозиума по вопросам питьевого лечения минеральными водами.- М.: 1983.- с. 4-19.
13. Шульпекова Ю.О. Флавоноиды расторопши пятнистой в лечении заболеваний печени [Текст] Ю.О. Шульпикова // Русский медицинский журнал. – 2004. - №5. – С. 32.
14. Bizzi, A.; et al . Trattamenti prolungati nel ratto con diete contenenti proteine di Spirulina . Aspetti biochimici , morfologici e tossicologici (wa .) / / Prospettive della coltura di Spirulina in Italia : diario / Materassi , R . . - Accademia dei Georgofili , Firence , 1980 . – V . 205 .
15. Chamorro - Cevallos , G . ; B . L . Barron , J . Vasquez Sanchez . Toxicologic Studies and Antitoxic Properties of Spirulina (ahru .) / / Spirulina in Human Nutrition and Health : journal / Gershwin , M . E . . — CRC Press , 2008 .
16. Nutritional and hematological impact of dietary flaxseed an defatted flaxseed meal in rats [Text] / U. S. Babu [et al.] // Int. J. Food Sci Nutr. – 2000. – Vol. 51. – № 2. – P. 109-117.

УДК 001.4:641.557

Крылова В.Б., Густова Т.В., Юров И.А., Кузнецов И.В.
Федеральный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова, г. Москва

АСПЕКТЫ ТЕРМИНОЛОГИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫНКА ГОТОВОЙ ЕДЫ В РОССИИ

Аннотация. В статье констатируется отсутствие в России стандартизированного определения термина «готовая еда» и классификации данного вида пищевой продукции. Рассмотрен зарубежный опыт терминологизации и категоризации в сфере готовой еды. Основное внимание уделено социально-демографическим изменениям в России, обуславливащиет направление и перспективы дальнейшего развития рынка готовой еды.

Ключевые слова: готовая еда, классификация готовой еды, потребительские предпочтения, упаковка.

Готовая еда – термин, не имеющий чёткого определения в документах по стандартизации. В настоящий момент в Российской Федерации идёт дискуссия по вопросу терминологизации и классификации сферы готовой еды [6, 8]. В иностранных источниках под термином «готовая еда» (ready-to-eat food, иногда ready-to-eat meal) понимают большую, неоднородную категорию продуктов (включая напитки), которые обычно потребляют в сыром виде, или те, которые подвергают обработке, смешиванию или иному приготовлению до состояния и не требующие дальнейшей предварительной обработки перед употреблением [14]. Европейское агентство по безопасности продуктов питания приводит следующее определение: готовая еда – это пищевые продукты, предназначенные производителем для непосредственного употребления в пищу без необходимости приготовления или иной обработки [12]. К готовой еде относят: консервы, полуфабрикаты, быстрое питание, замороженную еду, еду быстрого приготовления, высушенные продукты, консервированные различными способами продукты и др. [13]. Авторы исследования [12] подразделяют готовую еду на четыре подгруппы (от A до D) в соответствии со способом её обработки (таблица). Однако существуют и другие способы классификации [10, 17]. Исходя из различных форм продукта, готовую продукцию разделяют на четыре типа: готовые к разогреву, готовые к употреблению, готовые к приготовлению и готовые к сборке (например, не смешанные предварительно компоненты салатов). Большинство замороженных продуктов требуют обработки после размораживания и нагревания. В зависимости от основных используемых ингредиентов их можно разделить на предварительно обработанные овощные продукты, предварительно обработанные морепродукты, предварительно обработанные продукты из птицы и мяса и др. В зависимости от температуры, необходимой для поддержания во время транспортирования и хранения, готовую еду можно разделить на три категории: транспортируемую и хранимую при температуре окружающей среды; охлажденные готовые к употреблению блюда; замороженные блюда [12].

Таблица – Группы готовой еды в зависимости от способа их обработки

Группа готовой еды	Описание	Примеры
Группа A	полностью приготовленная еда для немедленной продажи или употребления	паста, пицца, бургеры, овощи, готовые блюда
Группа B	полностью приготовленная пища с минимальной дальнейшей обработкой перед продажей или употреблением	пироги, сосиски в тесте, киши, жареное мясо
Группа C	многокомпонентные блюда, состоящие из приготовленных и сырых продуктов, готовых к употреблению	соусы из морепродуктов, жареная говядина с сырой рукколой, салаты
Группа D	сырые фрукты и овощи, готовые к употреблению	морковь соломкой, нарезанный фенхель, нарезанный салат радиккьо, предварительно приготовленные фруктовые салаты

За последние 20 лет наблюдалось значительное изменение в потребительских предпочтениях в отношении готовой еды, что связано с изменением образа жизни, увеличением занятости и стремлением к удобству. Современные потребители все чаще отдают предпочтение продуктам,

которые можно быстро и легко приготовить. Важным аспектом становится и упаковка, которая должна быть не только функциональной, но и экологически безопасной. Это обусловлено растущей осведомленностью о проблемах окружающей среды и стремлением к устойчивому потреблению [7].

Готовую пищевую продукцию относят к товарам повседневного спроса (Fast Moving Consumer Goods, FMCG). При этом тенденции в предпочтениях потребителей на товары указанной категории постоянно изменяются [1]. Данные изменения носят эволюционный характер, а их двигательной силой являются такие факторы, как технологический прогресс, новые экономические условия, смена поколений покупателей, структура спроса [3].

Авторы [7] отмечают, что демография и социальные изменения оказывают наибольшее влияния на тренды потребительских предпочтений. Структура населения России меняется: растет доля пожилых людей, а к 2030 году они составят почти треть всех жителей. Это открывает новые возможности для производителей продуктов питания, которым стоит делать акцент на здоровом питании, сохраняя доступность базовых товаров.

По данным РОССТАТа [7, 9], за последнее десятилетие количество домохозяйств, состоящих из одного человека, увеличилось более чем в 1,5 раза и в настоящее время их доля составляет 41,8 % (рисунок). Средний размер семьи сокращается: если в 2010 году он составлял 2,6 человека, то сейчас – 2,2. В Москве и Петербурге этот показатель еще ниже – 2,1 человека. Растет число домохозяйств, состоящих из одного человека, особенно среди молодежи. Такие потребители тратят на себя больше средств и времени, ценят удовольствие от еды. Это стимулирует появление новых трендов на рынке готовой еды.

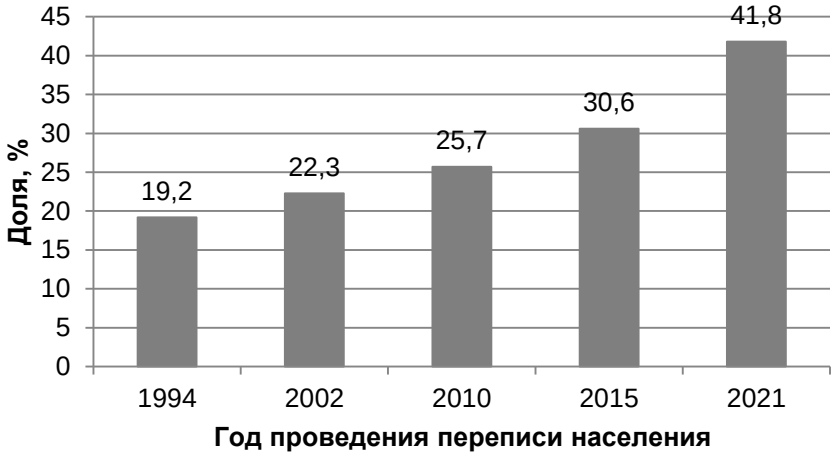


Рисунок – Доля домохозяйств, состоящих из одного человека. Данные по переписям населения РОССТАТ [9] (в 1994 и 2015 гг. проводили микроперепись населения)

В основном экономически активными являются люди 30–60 лет. Их запросы разнообразны: они ценят удовольствие от еды, удобство, персонализацию, новинки и положительные эмоции. Молодежь 18–29 лет, несмотря на свою немногочисленность, – перспективная аудитория. Важно работать с их ценностями и моделями поведения, чтобы завоевать лояльность на будущее.

Основными игроками в сегменте готовых блюд являются сервисы Delivery Club и Яндекс.Еда, Самокат, Домашняя кухня, Grow Food. Также активны и розничные сети, где наблюдается устойчивый рост доли готовой продукции. Географически, наиболее перспективны для развития этого сегмента высокоурбанизированные регионы с активной экономикой и высоким спросом на удобные форматы питания.

Традиционным подходом к упаковке готовой еды является использование материалов, обеспечивающих длительное хранение продукции и защиту от внешних факторов. Однако происходящая трансформация потребительских предпочтений, обусловленная нарастанием экологических проблем и всё большей осведомлённостью о них покупателей, обуславливает необходимость использования производителями инновационных упаковочных материалов. Такие материалы должны быть биоразлагаемыми или перерабатываемыми, в связи с чем остро стоит вопрос рециклинга [5]. При этом перерабатываемая упаковка должна сохранять продукцию в течение всего срока годности, а обеспокоенность безопасностью остаётся важным фактором в восприятии готовой еды потребителем [16, 18].

Инновационные подходы также включают в себя разработку умной упаковки, съедобной упаковки, упаковки с антимикробными свойствами. Умная упаковка предполагает такие решения, как использование сенсоров, отслеживающих свежесть продукта, изменяющих цвет или подающих сигнал на мобильное устройство, что позволяет потребителям быть уверенными в качестве и безопасности потребляемой пищи [11]. Съедобная упаковка, как правило, состоит из крахмала,

производных целлюлозы, хитозана, камеди, белков животного или растительного происхождения и липидов [15]. Человек может употреблять такую упаковку в пищу без риска для здоровья. В состав антимикробной упаковки входят антимикробные вещества, например лизоцим, шунгит, экстракт гвоздики [2, 4].

Таким образом, рынок готовой еды является современным, динамично развивающимся сектором. В основе его развития лежат социальные предпосылки. Однако в настоящее время нет чёткого определения и формализованной классификации для готовой еды.

Список литературы

1. Алексейчева Е. Ю. Особенности покупательского поведения на российском рынке молочной продукции // Е. Ю. Алексейчева, М. Д. Магомедов, С. В. Сидоренко / Экономические системы. – 2024. – № 1. – С. 392–402.
2. Альхаир А. Разработка активного упаковочного материала на основе крахмала с использованием в качестве антимикробной добавки масляного экстракта гвоздики // А. Альхаир, Е. А. Щукина, М. И. Губанова, И. А. Кирш, А. М. Ермилова, И. С. Тверитникова / Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 4. – С. 16–31. DOI: 10.36107/spfp.2023.4.474
3. Заводник Л. Б. Пищевые привычки как фактор сохранения здоровья студенческой молодежи (обзор литературы) // Л. Б. Заводник, С. Е. Полубинская, С. В. Петров, С. К. Городилин, Л. Г. Харазян, Т. М. Нос, И. В. Тонкоблатова, В. З. Поболь, В. В. Садовничий / Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 152–164. DOI: 10.52275/2221-5336-2024-14-3-152-164
4. Кирш И. А. Упаковочные материалы для мясных продуктов на основе полимеров и шунгита // И. А. Кирш, О. А. Банникова, М. И. Губанова, И. С. Тверитникова, О. В. Безнаева, А. Альхаир / Мясная индустрия. – 2024. – № 1. – С. 48–52. DOI: 10.37861/2618-8252-2024-01-48-52
5. Кирш И. А. Перспективы повторной переработки отходов одноразовой упаковки // И. А. Кирш, С. А. Овсянников, О. В. Безнаева, О. А. Банникова, М. И. Губанова, М. Н. Новиков, И. С. Тверитникова / HEALTH, FOOD & BIOTECHNOLOGY. – 2022. – Т. 4. – № 2. – С. 31–47. DOI: 10.36107/hfb.2022.i2.s149
6. Кубышко А. Готовая еда: взгляд из «Торгового ряда» и не только. Почему этот рынок перспективен и с какими вызовами сталкиваются на нем производители и сети // А. Кубышко / Мясная индустрия. – 2025. – № 3. – С. 4–7.
7. Магомедов М. Д. Актуальные тренды потребительского поведения на рынке готовой еды // М. Д. Магомедов, Е. Ю. Алексейчева / Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14. – № 7–1. – С. 392–402.
8. Мамиконян М. Л. Работа над стратегическими ошибками. Как мясопереработчикам выбраться из ловушки низкой рентабельности? // Л. М. Мамиконян / Мясная индустрия. – 2025. – № 4. – С. 4–8.
9. Прокофьева Л. М. Демографическая структура семей и домохозяйств в России, её динамика по данным переписей населения / Л. М. Прокофьева, И. И. Корчагина // Демографическое обозрение. – 2023. – Т. 10. – № 2. – С. 4–17. DOI: 10.17323/demreview.v10i2.17763
10. Auad L. I. Food Safety Knowledge, Attitudes, and Practices of Brazilian Food Truck Food Handlers // L. I. Auad, V. C. Ginani, E. Stedefeldt, E. Y. Nakano, A. C. S. Nunes, R. P. Zandonadi / Nutrients. – 2019. – Vol. 11. – Iss. 8. – 1784. DOI: 10.3390/nu11081784
11. Azeredo H. M. C. Smart choices: Mechanisms of intelligent food packaging // H. M. C. Azeredo, D. S. Correa / Current Research in Food Science. – 2021. – Vol. 4. – P. 932–936. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.11.016
12. Balzaretti C. M. Prevention of travel-related foodborne diseases: Microbiological risk assessment of food handlers and ready-to-eat foods in northern Italy airport restaurants // C. M. Balzaretti, M. A. Marzano / Food Control. – 2013. – Vol. 29. – Iss. 1. – P. 202–207. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.05.077
13. European Food Safety Authority. Ready-to-eat food // EFSA Glossary. – URL: https://www.efsa.europa.eu/en/glossary/ready-eat-food (дата обращения: 11.09.2025).
14. Gupta R. K. Ready to eat meals // Food Safety in the 21st Century / ed. by R. K. Gupta, P. Dudeja, A. S. Minhas. – Academic Press, 2017. – Chapter 45. – P. 541–545. DOI: 10.1016/B978-0-12-801773-9.00045-5
15. Nair S. S. Edible Packaging: A Technological Update for the Sustainable Future of the Food Industry // S. S. Nair, J. Trafiałek, W. Kolanowski / Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13. – 8234. DOI: 10.3390/app13148234
16. Paudyal R. Stress adaptation of Listeria monocytogenes in acidic ready-to-eat products // R. Paudyal, K. A. G. Karatzas / Food Hygiene and Toxicology in Ready-to-Eat Foods / ed. by P. Kotzekidou. – Academic Press, 2016. – Chapter 10. – P. 167–182. DOI: 10.1016/B978-0-12-801916-0.00010-8
17. U.S. Department of Agriculture. FSIS Product Categorization (Import) // Food Safety and Inspection Service. – 2019. – URL: https://www.fsis.usda.gov/guidelines/2019-0010 (дата обращения: 11.09.2025).
18. Zhang Z. A Comprehensive Review on the Recent Technological Advancements in the Processing, Safety, and Quality Control of Ready-to-Eat Meals // Z. Zhang, G. Xu, S. Hu / Processes. – 2025. – Vol. 13. – Iss. 3. DOI: 10.3390/pr13030901

УДК 543.92:664.933.8:004.43

Крылова В. Б., Густова Т. В., Юров И. А., Кузнецов И. В.
Федеральный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова, г. Москва

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СТЕРИЛИЗОВАННЫХ КОНСЕРВОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО РЕЦЕПТУРАМ, СГЕНЕРИРОВАННЫМ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R

Аннотация. Процесс составления рецептур пищевых продуктов, в частности мясорастительных консервов, является многокритериальным, а потому сложным. Такие цифровые технологии, как специализированное программное обеспечение и современные языки программирования, позволяют решить ряд задач при составлении пищевых композиций. Однако необходима проверка гармоничности полученных рецептур, поскольку с помощью технологий данную задачу пока решить не удалось. В данной работе приведён анализ результатов органолептического исследования ассортимента мясорастительных консервов, изготовленных по рецептурам, сгенерированным на языке программирования R. Полученный результат свидетельствует об адекватности рецептурных композиций, получаемых данным методом компьютерного моделирования.

Ключевые слова: консервы мясорастительные, органолептика, сенсорный анализ, статистический анализ.

Сложность задачи составления рецептур пищевых продуктов заключается в её многокритериальности. Одновременно необходимо учитывать такие аспекты, как химический состав сырья и соответствие готового продукта его нормативным показателям, сенсорные характеристики, технологические и экономические показатели. Для упрощения данной задачи разработано различное программное обеспечение (ПО), позволяющее проводить составление рецептур, осуществлять необходимые расчёты пищевой и энергетической ценности, оптимизации рецептурного состава [1–3]. При этом вопрос оценки пригодности получаемых пищевых композиций с точки зрения их органолептических характеристик в рамках функционала ПО остаётся нерешенным, что обуславливает необходимость проведения органолептических исследований проектируемой продукции. Практическое применение ПО ограничено такими факторами, как специализированность на определённом виде пищевой продукции (колбасные изделия, молочная продукция), малое количество расчётных показателей качества, реализация на коммерческой основе. При этом большинство ПО не предназначено для решения технологических задач консервного производства [4]. Кроме специализированного ПО, для решения указанных проблем возможно использовать такие цифровые решения, как современные языки программирования [5]. В данной работе приведены результаты органолептической оценки трёх рецептур мясорастительных стерилизованных консервов, полученных в результате моделирования их состава на языке R в интегрированной среде разработки R-Studio по алгоритму, описанному в [7]. Данный алгоритм позволяет генерировать множество рецептур консервов с одним (монокомпонентные) или двумя (поликомпонентные) растительными и мясными ингредиентами, оптимизированных по критериям аминокислотного и жирнокислотного соответствия и с минимальной стоимостью. Сенсорный анализ позволяет оценить адекватность пищевых композиций, полученных данным способом.

Целью данной работы являлось проведение оценки сенсорной гармоничности (адекватности) рецептур консервов, сгенерированных методом компьютерного моделирования. Объектами исследования являлись образцы мясорастительных консервов в потребительской упаковке из комбинированного материала – алюминиевой фольги, ламинированной полипропиленовой плёнкой, с крышкой в качестве укупорочного средства: «Каша рисово-гречневая с печенью свиной и индейки» (далее – «образец I»), «Каша рисовая с печенью свиной и сердцем свиным» («образец II»), «Каша пшённо-рисовая с сердцем свиным» («образец III»). Предметом исследования являлись органолептические характеристики указанного ассортимента продукции. Использовали следующие методы: органолептическая оценка по ГОСТ 33741-2015 «Консервы мясные и мясосодержащие. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей» и ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» по пятибалльной шкале с учётом коэффициентов весомости показателей. Работу осуществляла комиссия отобранных дегустаторов в составе 5 человек (2 женщины и 3 мужчины, средний возраст – 42,40 лет, медианный возраст – 34,63 лет, стандартное отклонение возрастов – 22,08 лет). Статистическую обработку результатов балльной оценки проводили на языке R путём расчёта непараметрического теста Краскела – Уоллиса с post hoc тестом Данна с поправкой на множественную проверку гипотез Бенджамина – Хохберга из пакета dunn.test [6]. Критический

уровень значимости принимали равным $p < 0,05$. Для исследования от партий продукции было отобрано по три образца каждого наименования консервов.

Внешний вид консервов представлен в таблице 1, результаты балльной оценки и пожелания дегустаторов – в таблицах 2 и 3.

Анализ данных показал, что среди ассортимента консервов не было статистически значимого различия в балльных оценках образцов «I» и «II» ($p > 0,05$) (таблица 2). Оценки образцов «I» и «III» имеют умеренное статистическое различие ($p = 0,0448$). Оценка образца «III» статистически значимо выше образца «II» ($p < 0,05$). Члены дегустационной комиссии дополнительно отметили в актах дегустации разваренность риса (таблица 3). При этом в образцах, изготовленных по рецептурам с поликомпонентным составом круп («образец I» и «III»), разваренность риса была компенсирована вторым растительным ингредиентом: гречкой и пшеном, соответственно. Для поликомпонентных по мясному ингредиенту рецептур («образец I» и «III»), в состав которых входила в качестве первого мясного ингредиента печень свиная, было отмечено положительное влияние второго мясного ингредиента: печени индейки и сердца свиного соответственно, компенсирующего крупитчатость и естественную горечь данного субпродукта.

Таблица 1 – Внешний вид ассортимента мясорастительных стерилизованных консервов

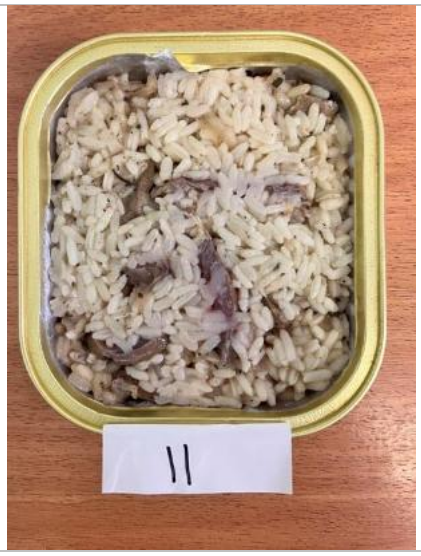
		
Консервы мясорастительные «Каша рисово-гречневая с печенью свиной и индейки» («образец I»)	Консервы мясорастительные «Каша рисовая с печенью свиной и сердцем свиным» («образец II»)	Консервы мясорастительные «Каша пшённо-рисовая с сердцем свиным» («образец III»)

Таблица 2 – Балльная оценка органолептических показателей мясорастительных консервов

Показатель	Значение показателя для образцов		
	«Каша рисово-гречневая с печенью свиной и индейки» («образец I»)	«Каша рисовая с печенью свиной и сердцем свиным» («образец II»)	«Каша пшённо-рисовая с сердцем свиным» («образец III»)
Среднее значение оценки ± стандартное отклонение	$4,40 \pm 0,34^{a}$	$4,26 \pm 0,23^{a}$	$4,96 \pm 0,09^{b}$
Минимальное/максимальное значение	4,10/5,00	4,00/4,60	4,80/5,00
Примечание – Отличающиеся буквенные индексы указывают на статистически значимые различия между группами ($p < 0,05$)			

Таблица 3 – Пожелания дегустаторов относительно мясорастительных консервов

Образец	Пожелания дегустаторов
«Каша рисово-гречневая с печенью свиной и индейки» («образец I»)	- В документах по стандартизации на исследуемый ассортимент необходимо указать более тёмный цвет рисовой крупы из-за используемых субпродуктов в разделе требований к внешнему виду; к запаху и вкусу – свойственную свиной печени крупинчатость. - Рассмотреть использование более широкой линейки пряностей.

	- Рис слегка переварен.
«Каша рисовая с печенью свиной и сердцем свиным» («образец II»)	- Рис переварен. Необходимо проверять соотношение крупы и воды при его бланшировании каждой поступившей на производство партии. - Свиную печень желательно измельчать на более мелкие кусочки, например, кубиками. - Рассмотреть использование пряностей, моркови, зелени.
«Каша пшённо-рисовая с сердцем свиным» («образец III»)	- Рассмотреть использование пряностей, тыквы. - Рис слегка переварен.

В ходе проведения органолептического анализа образцы мясорастительных консервов получили высокие баллы органолептической оценки (таблица 2). При этом «образец III» получил статистически значимо высший балл среди исследуемого ассортимента продукции. Показано преимущество рецептур, поликомпонентных по мясным и растительным ингредиентам, в частности по вкусовой гамме и внешнему виду готового продукта (таблица 3). Результаты свидетельствует об адекватности рецептурных композиций, получаемых выбранным методом компьютерного моделирования.

Список литературы

1. Красуля О. Н. Автоматизированная система управления производством мясопродуктов заданного качества / О. Н. Красуля, А. В. Токарев, А. С. Дыдыкин // Мясные технологии. – 2025. – № 1 (265). – С. 44–47. DOI: 10.33465/2308-2941-2025-01-44-47
2. Красуля О. Н. Проектирование рецептур и технологий производства молочных продуктов в условиях реального времени / О. Н. Красуля, А. В. Токарев, В. И. Карпов // Переработка молока. – 2025. – № 1 (303). – С. 12–15.
3. Красуля О. Н. Цифровая платформа для проектирования рецептур, автоматизации процессов и контроля качества производства мясопродуктов / О. Н. Красуля, А. В. Токарев, В. И. Карпов // Мясной ряд. – 2025. – № 1 (99). – С. 54–55.
4. Никитина М. А. Конструктор рецептур - ИТ-решение от ВНИИМП / М. А. Никитина, Е. Б. Сусь // Все о мясе. – 2016. – № 6. – С. 53–55.
5. Никитина М. А. Цифровые технологии в конструировании пищевых продуктов (на примере геродиетического продукта) / М. А. Никитина, П. К. Миненко, А. Н. Васильев // Все о мясе. – 2022. – № 4. – С. 18–21. DOI: 10.21323/2071-2499-2022-4-18-21
6. Dinno A. dunn.test: Dunn's Test of Multiple Comparisons Using Rank Sums. – R package version 1.3.6, 2024. – URL: https://CRAN.R-project.org/package=dunn.test DOI: 10.32614/CRAN.package.dunn.test
7. Yurov I. Generation and Pareto Optimization of Sterilized Meat-and-Plant Canned Food Formulations Using the R Programming Language / I. Yurov, B. Kapovsky, M. Nikitina // Meat Technology. – 2025. – Vol. 66. – № 3. – P. 435–440. DOI: 10.18485/meattech.2025.66.3.75

УДК 637.51:636.92:664.9

Пядухов В.Ю.
ООО «Ламистерия», г.Ногинск, Московская область

О РАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗДЕЛКЕ МЯСА КРОЛИКА В КОНСЕРВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. В статье рассмотрены существующие схемы разделки ориентированные преимущественно на розничную торговлю и сеть общественного питания, но не в полной мере учитывающие потребности консервного производства. Предложена и апробирована на тушках кроликов породы «голландский хиколь» альтернативная схема разделки, преимущество которой заключается в адаптации рационального использования мяса кролика в консервном производстве. Выделение таких отрубов, как тазобедренный, шейный, реберный, пашина и других, позволит целенаправленно использовать их для создания широкого ассортимента стерилизованных консервов, удовлетворяющего взыскательного потребителя.

Ключевые слова: тушки кролика, разделка, обвалка, отрубы, консервы.

Мясо кролика продукт уникальный по своей питательности, вписывается в трендовую концепцию здорового образа жизни. Рынок кролика характеризуется высоким потенциалом, но практически не насыщен, о чем свидетельствуют и цифры сравнения – на душу населения в России, с учетом всех секторов продаж, приходится в 15,5 раз мяса кролика меньше, чем в европейский странах. Предпосылками для роста продаж, по мнению специалистов компании BusinesStat, является

потребление мяса кроликов, плавно перетекающее из натурального сектора в коммерческий, со стороны сектора промышленной переработки интерес к мясу кроликов также повышается [1-3].

Глубокая переработка мяса кролика и расширение ассортимента стерилизованных консервов из него перспективное направлением исследований. На текущий момент времени ассортимент стерилизованных консервов, за исключением детского питания, ограничен и представлен, в частности, такими наименованиями как «Кролик в томатном соусе», «Кролик в сметанном соусе», «Кролик в масле» и «Кролик натуральный», разработанный 20 лет назад ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова (Москва). При производстве указанного ассортимента консервов использовали как бескостное мясо кролика, так и мясо кролика на кости, отвечающее требования ГОСТ 27747 «Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части)». Была предусмотрена следующая обработка потрошеных тушек кролика: удаление остатков пищевода, пленки в брюшной полости и почек, удаление трубчатой кости, затем – разрубка и распиливание на куски.

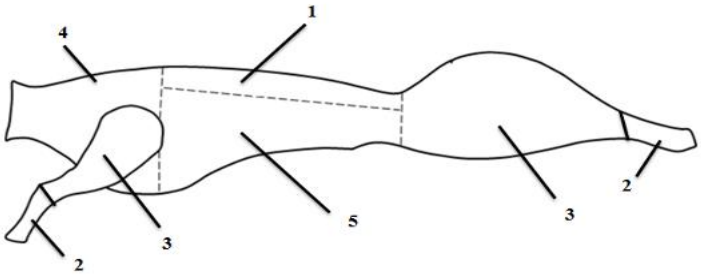
ГОСТ 27747 – это единственный документ по стандартизации, классифицирующий выпуск мяса кроликов в виде целых тушек (потрошеные тушки и потрошеные тушки с комплектом потрохов и шеей) и их частей: полутушки, передней и задней четвертины полутушки, грудной, лопаточно-плечевой, поясничной, тазобедренной частей и окорока [7].

Традиционная разделка тушек кроликов основывается на выделение наиболее ценных в питательном отношении частей тушек, схема которой представлена на рисунке 1.

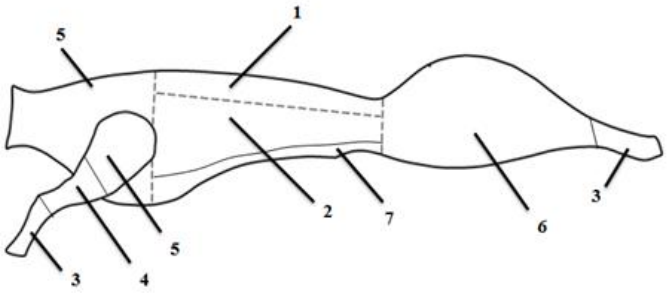
Рисунок1 – Схема разделки тушки кролика
1 – тазобедренная часть; 2 – длиннейшая мышца спины; 3 – пояснично-крестцовая часть; 4 – шейно-грудная часть; 5 – лопаточно-плечевая часть

Для реализации в розничной торговле из тушки кролика выделяют лопаточно-плечевой и тазобедренный отруб (мясокостные полуфабрикаты), пояснично-крестцовый из которого выделяют длиннейшую мышцу спины (мякотный полуфабрикат), остальные части реализуют как костные полуфабрикаты для суповых наборов.

На основании проведенной оценки отрубов и анатомических участков и с учетом современных технологических подходов [8 - 10] были рекомендованы альтернативные схемы промышленной разделки тушек кроликов, представленные на рисунке 2.



А) 1 – длиннейшая мышца спины (для приготовления медальонов); 2 – голень (для приготовления первых блюд); 3 – передние и задние ножки (для приготовления вторых блюд и копчения); 4 – шейно-грудной отдел (для получения котлетного мяса); 5 – каркас (для получения мяса механической обвалки)



Б) 1 – длиннейшая мышца спины; 2 – ребра (для вторых блюд и копчения); 3 – голень (для приготовления первых блюд); 4 – голень (для приготовления рагу); 5 – стейки; 6 – котлеты «По-Воронежски»; 7 – фарш

Рисунок 2 – Усовершенствованные схемы промышленной разделки тушек кроликов [8]

В 2019 году зарегистрирован патент на способ разделки тушек кроликов, который включает последовательное отделение лопаточно-плечевой части, тазобедренной части (с разделением на два окорочка), шейной, рёберной, грудки с мякотью брюшной части и спинной хребтовой части, что позволяет расширить ассортимент полуфабрикатов и рационально использовать сырьевые ресурсы [11].

Анализ перспектив совершенствования технологии разделки тушек кролика с целью оптимизации использования ценного сырья выявил, что спектр вариантов получения полуфабрикатов не был всесторонне изучен, в том числе для целенаправленного использования их в производстве стерилизованных консервов. Соответственно возможность рационального использования мяса кролика в консервном производстве было цель исследований, результаты которых изложены ниже.

Объектом исследований были выбраны потрошеные тушки кролика гибридной мясной породы голландский хиколь, полученные от животных в возрасте 3,5 месяцев. Количество тушек – 25 шт. Тушки кролика поступили от промышленного кролиководческого комплекса ООО Агрохолдинг «Кролково» (Брянская область) — компании, специализирующейся на разведении кроликов и производстве продукции из них. Порода голландский хиколь ценится за быстрый набор массы тела и высокие характеристики качества мяса [12].

Выход мяса определяется как процентное соотношение массы полученного мяса к общей массе тушки до обвалки. Этот показатель является одним из наиболее значимых для определения экономической эффективности производственного процесса. Различные схемы обвалки могут существенно влиять на этот параметр, поскольку они предусматривают разную степень отделения мышечной ткани от костей и соединительных элементов. Точная фиксация данных по выходу мяса позволяет объективно сопоставлять эффективность применяемых технологий.

При разделке тушек кролика (рисунок 3) были получены следующие костные и бескостные отруба: тазобедренный, шейный, длиннейшая мышца спины, реберный, передние ноги, пашина, мясокостный хвост, суповой набор и жир корпусной.

Рисунок 3 – Выход отрубов, % к массе тушки кролика

Схемы стандартной и запатентованной разделок, предусматривают выделение отрубов по анатомическим участкам с учетом расположения мышц и костей. Мясное сырье, полученное по таким схемам, предлагается использовать только в розничной торговле и в сети общественного питания. При этом запатентованная схема разделки не устанавливает процентное соотношение полученных отрубов. Не устанавливает такого соотношения и усовершенствованная схема промышленной разделки тушек кроликов, приведенная на рисунке 2. В таблице 1 приведены сравнительные результаты выхода отрубов, % к массе тушки кролика.

Таблица 1 - Выход отрубов при разделке тушек кролика (%)

Наименование отруба (стандартная разделка)	Выход, % к массе тушки [7]	Наименование отруба (предложенная разделка)	Выход, % к массе тушки
Пояснично-крестцовый	31,1	-	-
Длиннейшая мышца спины	-	Длиннейшая мышца спины	16,41 ± 0,82
Шейно-грудной	22,6	Шейный	6,22 ± 0,23

-	-	Реберный	7,27 ± 0,21
Тазобедренный	35,2	Тазобедренный	30,64 ± 1,04
Лопаточно-плечевой	12,5	Передние ноги	14,76 ± 0,53
-	-	Пашина	6,49 ± 0,20
-	-	Хвост мясокостный	0,80 ± 0,02
-	-	Суповой набор	12,18 ± 0,49
-	-	Жир корпусной	3,51 ± 0,11
-	-	Потери	1,72 ± 0,03

Установлен процентный выход бескостных отрубов кролика: длиннейшей мышцы спины и пашины, а также жира корпусного, - наиболее ценных частей. Биологическая ценность белков и липидный состав мяса кроликов не подвергаются сомнению. Жир кролика обладает уникальным соотношением между количеством насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот. Предложенная разделка тушек кролика устанавливает выход продуктов обвалки, что важно для рационального планирования производственного ассортимента консервов.

Предложенная схема разделки предполагает рациональное выделение мясокостных и бескостных отрубов, что будет способствовать разработке широкого ассортимента стерилизованных консервов, способного удовлетворить потребности самого взыскательного потребителя. Например, реберный отруб и хвост мясокостный могут быть использованы при разработке первых и вторых обеденных блюд: мясных бульонов, рагу из ребрышек и хвоста с капустой, тушеные ребрышки с овощами; для питательных паштетов могут быть использованы пашина и жира, а тазобедренный отруб, после удаления трубчатой кости – для вторых обеденных блюд: кусковое мяса кролика с гарниром.

Список литературы

1. Rabbit Meat—Production, Consumption and Consumers' Attitudes and Behavior // Sustainability. — 2023. — Т. 15. — № 3. — С. 2008. — DOI: 10.3390/su15032008 (дата обращения 06.02.2026)
2. Рынок живых кроликов в России: текущая ситуация и прогноз 2022–2026 гг. [Электронный ресурс] // Alto Group. URL:https://alto-group.ru/otchot/rossija/6646-rynok-zhivyh-krolikov-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2022-2026-gg.html (дата обращения: 05.02.2026г)
3. Бредихин А.В. Российское кролиководство: коллективная монография / А.В. Бредихин, Е.Н. Ванчикова, Н.А. Головачева и др. — Москва : АНО ЦЭМИ, 2025. — 85 с
4. Кибанов Р. А., Михалева Е. В. Development of the technology of production of meat canned conserva «Kasha Bra ss with meat of rabbit» // Евразийский Союз Учёных (ЕСУ). — 2019. — № 5 (62). — С. 61–65. — URL https://euroasia-science.ru/wp-content/uploads/2019/07/61-65-Kibanov-R.A.-Mikhaleva-E.V.-DEVELOPMENT-OF-MANUFACTURING-TECHNOLOGY-CANNED-MEAT-POOR-BREAST-WITH-MEAT-A-RABBIT.pdf (дата обращения 07.02.2026г)
5. Неманова О.К., Кашина Д.Ш., Быков Е.С. Технология первичной переработки скота, птицы и кроликов: методические указания. — Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. — 104 с
6. К вопросу о перспективах развития производства консервов из мяса кроликов в Краснодарском крае //Электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета (ЭЖКУГАУ). — 2008. — № 2. — URL: (дата обращения: 10.02.2026)
7. ГОСТ 27747-2016 Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия
8. Попова Я.А. Пищевая и биологическая ценность крольчатины: особенности анатомических участков, совершенствование разделки тушек, ассортиментные линейки продуктов функционального назначения: дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / Воронежский гос. ун-т инж.-техн. Воронеж, 2019. 190 с.
9. Волкова, О. В. Разработка продуктов из мяса кроликов / О. В. Волкова // Наука и образование аграрному производству: материалы конференции молодых учёных (декабрь 2006 г.). — Тюмень: Изд-во ФГОУ ВПО ТГСХА, 2006. — С. 92–93
10. АНТИПОВА Л. В., СТОРУБЛЕВЦЕВ С. А., УСПЕНСКАЯ М. Е., ПОПОВА Я. А., БОЛДЫРЕВА М. С. Комплексная переработка кроличьего сырья: традиции и инновации. — Воронеж, 2017. — С. 136–137. *
11. Патент № 2686981 C1 Российская Федерация. Способ разделки тушек кроликов: № 2017144120: заявл. 10.12.2017: опубл. 06.05.2019 / Антипова Л. В., Попова Я. А., Аносов Д. С.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий». — 3 с
12. Кролики породы Хиколь [Электронный ресурс] // Строй-подсказка. URL: https://stroy-podskazka.ru/kroliki/porody/hikol/ (дата обращения: 07.02.2026)

УДК 637.54:637.5.03:637.5.04/.07

Руднева Л.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности – филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП), Московская обл.
Пчелкина В.А.
Федеральный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова, г. Москва

ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ МЯСА ГРУДКИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Аннотация. Замораживание вызывает изменения в мясе в результате образования кристаллов льда. В работе приведены результаты микроструктурного анализа замороженных грудок цыплят-бройлеров и показана возможность применения гистологического метода для оценки качества мяса.

Ключевые слова: мясо грудок, замороженное мясо, разрушение тканей, микроструктура мяса

С целью сохранения качества продуктов при хранении и транспортировки используют самый распространенный метод – замораживание [1]. Известно, что при замораживании происходит изменение тканевых структур мяса, вследствие разрыва мышечных волокон кристаллами льда. Большой проблемой является фальсификация, когда в продажу поступает повторно замороженное мясо. В таком продукте происходят необратимые изменения, повреждается структура молекул белка, отмечается потеря влаги, в итоге мясо утрачивает свои ценные пищевые качества. Сведения о качественных характеристиках мясных продуктов может дать органолептический метод оценки, но наиболее объективным и показательным методом является микроструктурный анализ, который выявляет особенности тканевых структур мяса.

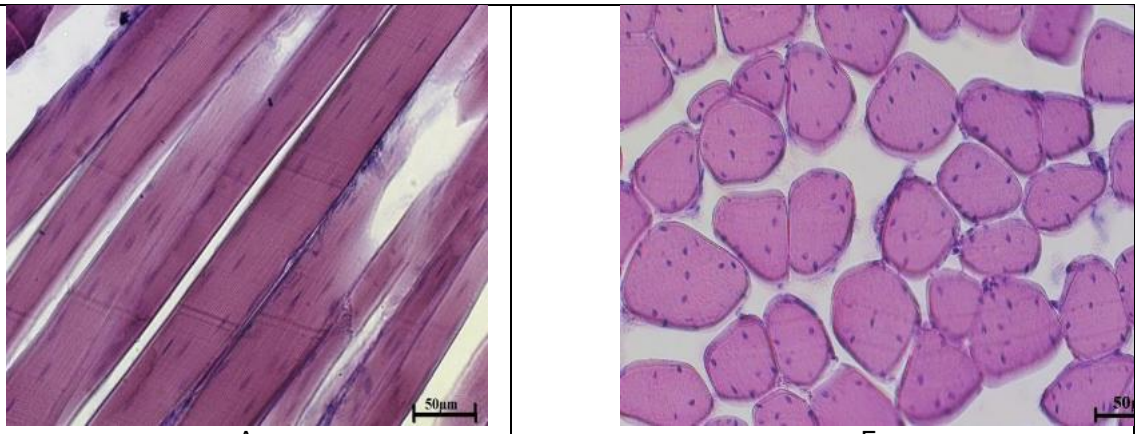
Задачами нашего исследования было изучить влияние замораживания на микроструктуру мяса грудок цыплят-бройлеров, оценить его качественные характеристики при разных типах воздействия и показать возможность применения гистологического анализа для определения качества мяса.

Исследование выполнено в рамках работ по госзаданию № 122031400350-5.

Материалом для исследования послужили образцы охлажденного мяса грудок цыплят-бройлеров. Контрольным образцом было охлажденное мясо (4°С) – образец 1. Остальные образцы были модельными и подвергались воздействиям разного типа: 2) замороженное мясо; 3) мясо замороженное и хранившееся 2,5 месяца при температуре -20°С; 4) размороженное и вновь замороженное мясо – 1 цикл заморозки; 5) мясо 3-х циклов замораживания.

Микроструктурный анализ проводили по ГОСТ 19496-2013. От каждого образца отбирали по 2 кусочка с продольной и поперечной ориентациями мышечных волокон, затем изготавливали срезы толщиной 14 мкм на криостате Mikrom HM525 (Thermo Scientific, США). Гистосрезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и 1%-ным водно-спиртовым раствором эозина (BioVitrum, Россия) по общепринятой методике [2]. Изучение срезов осуществляли на световом микроскопе AxioImaiger A1, оснащенном видеокамерой AxioCam MRc 5 и программой анализа изображений AxioVision 4.7.1.0 (Carl Zeiss, Германия).

Микроструктурный анализ показал следующие результаты. Мышечные волокна образца охлажденного мяса округлые, границы волокон хорошо устанавливаются, поперечная исчерченность сохраняется. Ядра мышечных волокон округло-овальной формы. Отмечаются единичные поперечно-щелевидные нарушения целостности волокна, что связано с автолитическими изменениями ткани. Соединительнотканные прослойки перимизия волнистые, плотно прилегают к пучкам мышечных волокон (рис. 1 А, Б).

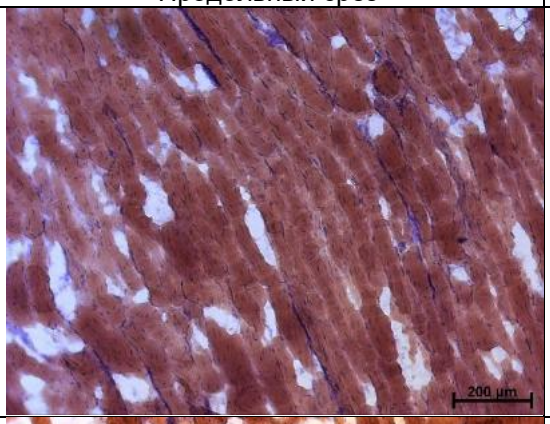
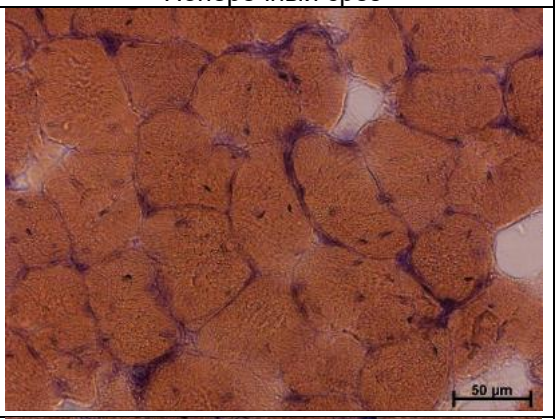
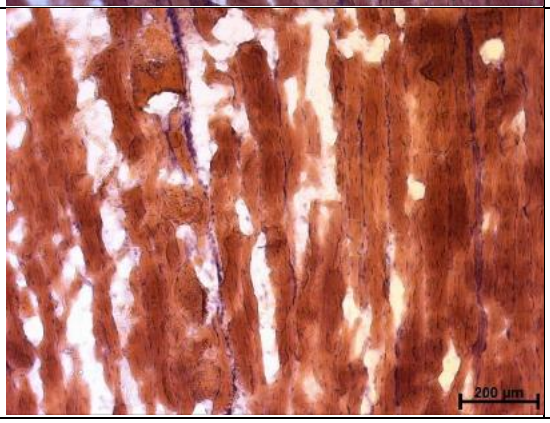
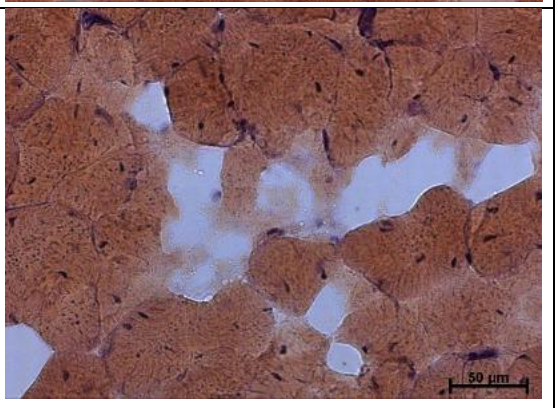


А Б

Рис. 1. Микроструктура охлажденного мяса, образец 1: А - продольный срез; Б - поперечный срез. Увел. 40х

В образце 2 отмечаются полости, где локализовался лед. Они расположены в основном между мышечными пучками в зоне перимизия, между отдельными волокнами полостей меньше; внутри мышечных волокон полостей нет. Хорошо устанавливаются границы волокон, присутствуют единичные случаи разрушения сарколеммы. Соединительнотканные прослойки умеренно разрыхлены, хорошо визуализируются. Поперечная исчерченность волокон сохранена. Ядра сохранены, ярко окрашены (рис. 2.1).

В образцах 3-5 установлены более выраженные деструктивные изменения. Деструкция связана с образованием полостей льдообразования, расположенных внутри мышечного волокна, что приводит к разрушению сарколеммы и образованию мелкозернистой белковой массы. Границы между отдельными волокнами устанавливаются с трудом, внутренняя структура волокон разрушена. Выявлены разрывы мышечных волокон, вызванные кристаллами льда, соединительная ткань образцов разрыхлена. Поперечная исчерченность сохраняется не на всем протяжении волокон. Ядра дифференцируются не во всех волокнах, местами теневидные (рис. 2.2-2.5).

Образцы	Продольный срез	Поперечный срез
2		
3		

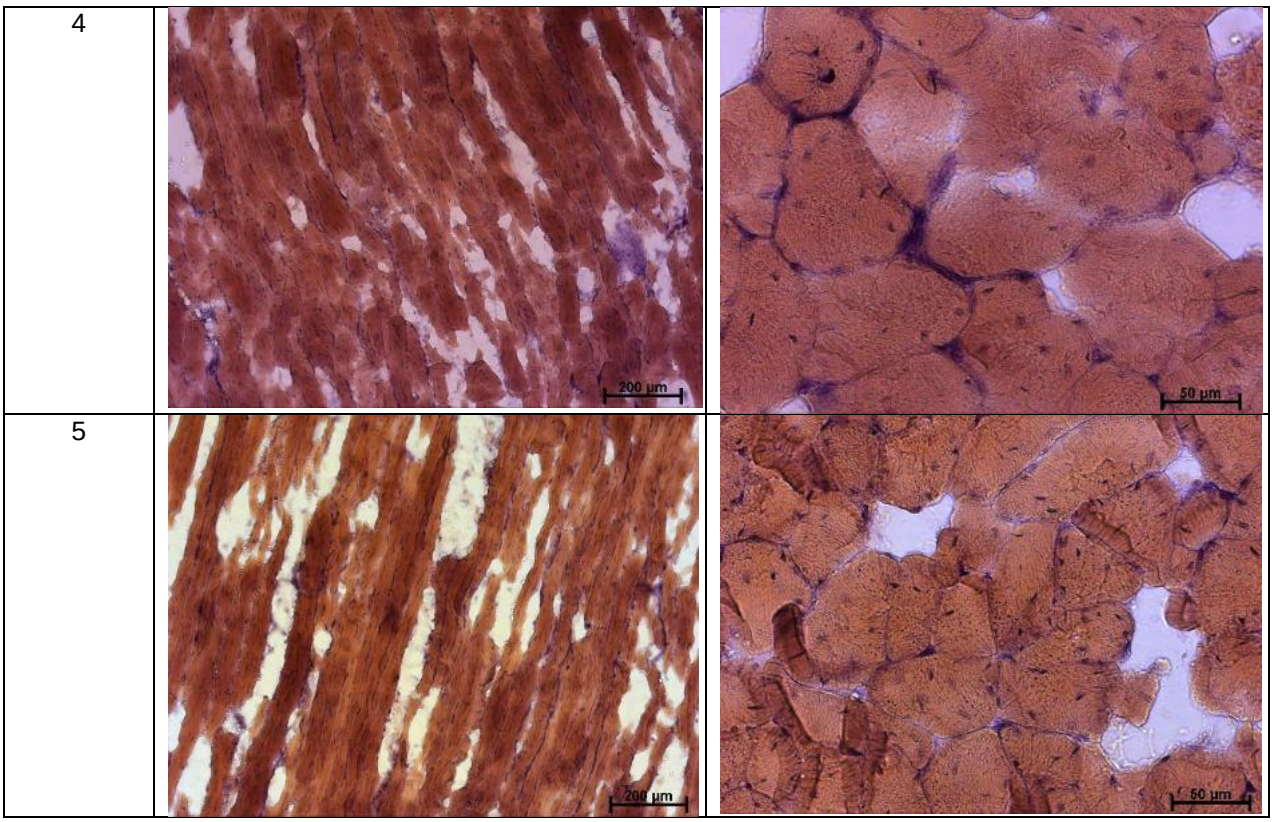


Рис. 2. Микроструктура образцов: 2 – замороженное мясо; 3 – мясо, замороженное и хранившееся 2,5 мес.; 4 – мясо 1 цикла заморозки; 5 – мясо 3 циклов замораживания. Увел. продольных срезов – 10х, поперечных – 40х

В результате микроструктурных исследований установлены деструктивные изменения разной степени выраженности. Наибольшая степень тканевых разрушений наблюдается в образцах трех циклов замораживания, затем по убывающей – в образцах мяса одного цикла заморозки, далее – в мясе, замороженном и хранившемся 2,5 месяца, минимальная степень деструкции отмечается в образцах замороженного мяса.

Разрушение сарколеммы, образование полостей локализации льда, выход белковой массы, фрагментация волокон – необратимые изменения свойств мяса, которые способны повлечь к значительному снижению качества продукта. Известно, что вследствие физических изменений происходит модификация белковых фракций, т.е. потеря биологической ценности мяса [3], основного показателя качества белковых компонентов пищевых продуктов.

Исходя из результатов микроструктурных исследований, можно сделать вывод, что замораживание влияет на качественные характеристики мяса грудок цыплят-бройлеров, а гистологический анализ может служить эффективным и объективным методом оценки качества мясных продуктов.

Список литературы

1. Характер льдообразования при замораживании мышечной ткани (мяса) рыбы, птицы и убойных животных / С. И. Хвыля, В. Н. Корешков, В. А. Лапшин [и др.] // Науч. тр. СКФНЦСВВ. 2018. – Т. 20. – С. 88–92.
2. Ромейс, В. Микроскопическая техника / В. Ромейс. – М.: Изд-во иностр. лит., 1954. – 719 с.
3. Влияние изменения белков в процессе длительного воздействия низких температур на качество мяса: обзор предметного поля / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, О. И. Лунина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 2. – С. 78-95. DOI 10.36107/spfp.2022.287

УДК 636.5033:636.034

Степанова С.П., Козак С.С.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности — филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП),
Московская обл., г.о. Солнечногорск, рп Ржавки

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ЦЕСАРОК РАЗНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ

Аннотация. Представлены результаты определения содержания влаги, жира, белка и золы в мясе цесарок в возрасте 42 дней до 9 мес. Исследовали красные и белые мышцы тушек цесарок загорской белогрудой, волжской белой пород, серо-крапчатой и голубой популяции. По физико-химическому составу мясо цесарок отличается высоким содержанием белка и низким содержание жира в мышцах, по сравнению с мясом цыплят-бройлеров. Небольшое содержание жира – это один из отличительных признаков, оказывающих влияние на консистенцию, цвет, вкус и энергетическую ценность мяса цесарок. Мясо цесарки содержит меньший процент жира по сравнению с куриным мясом, по химическим показателям относится к одному из лучших среди мяса домашней птицы, а также считается диетическим продуктом.

Ключевые слова: цесарки, породы цесарок, красные мышцы, белые мышцы, массовая доля влаги, массовая доля жира, массовая доля белка, массовая доля золы.

Птицеводство занимает лидирующую позицию среди других отраслей сельского хозяйства. Развитие птицеперерабатывающей промышленности необходимо для обеспечения населения белками животного происхождения, а также продуктами специального и диетического назначения [1…3]. Одним из перспективных направлений в рамках данной отрасли является промышленное производство мяса цесарок, которое имеет отличные свойства и вкус [4…8]. Разведение сельскохозяйственной птицы этого вида на данный момент набирает обороты в странах ЕС, России и др. В нашей стране хозяйства по выращиванию цесарок находятся в Ставропольском крае, Республике Марий Эл, Башкирии, Московской области и др. [9, 10].

Мясо цесарок можно считать диетическим, оно содержит меньше жира по сравнению с мясом курицы, также оно полноценно по содержанию белков, аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов и, таким образом, превосходит мясо любых других домашних птиц. Мясо цесарки может входить в рацион детей, беременных женщин и пожилых людей. По вкусу оно напоминает дичь, например, фазана – это связано с меньшим содержанием влаги (на 100 г только 74,4 г) и более высокой плотностью мышечных волокон [4, 5]. Представляет интерес определение физико-химических показателей мяса цесарок в разном возрасте (5…9 мес.), что и явилось целью данной работы.

Работа выполнена в лаборатории физико-химических исследований ИЛЦ ВНИИПП. Были определены физико-химические показатели красных и белых мышц цесарок загорской белогрудой, волжской белой, серо-крапчатой и голубой пород в возрасте 42 дней и до 9 мес.

Цесарок выращивали в вольерах, для кормления использовали комбикормом «Южная корона». Массовую долю влаги в мясном сырье определяли методом высушивания навески до постоянной массы по ГОСТ 9793-2016, массовую долю жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042-2015, содержание белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-2017, массовую долю общей золы – по ГОСТ 31727-2012. Летучие жирные кислоты, перекисное и кислотные числа определяли в реакция на аммиак с реактивом Несслера по ГОСТ 31470-2012.

Физико-химические показатели (n=3) грудных и бедренных мышц цесарок загорской белогрудой, волжской белой пород и серо-крапчатой и голубой популяций в возрасте 42 дня, представлены на рис. 1. Как видно из рис., массовая доля влаги в мышах цесарок была от 74,1% до 76,2%; массовая доля жира от 1,0 до 3,0%; массовая доля белка от 21,00% до 23,00%; массовая доля золы от 0,95 – до 1,16%.

Статистическая обработка полученных данных показала, что изучаемые породы цесарок по содержанию в мясе массовой доли влаги, белка и жира имеют некоторые различия. Содержание жира в мышцах цесарок ниже, по сравнению с мясом цыплят-бройлеров, что может свидетельствовать о достаточно высоких диетических свойствах.

Исследование показало, что физико-химические показатели мяса имеют некоторые различия, в зависимости от породы и возраста цесарок.

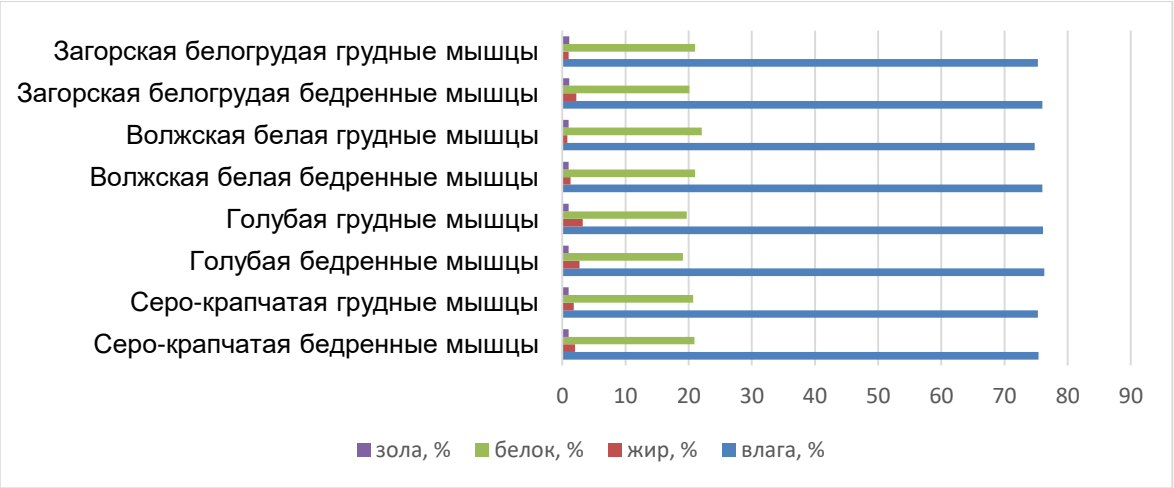


Рис. 1 - Физико-химические показатели мяса цесарок, возрастом 42 дня.

В возрасте 42 дня содержание влаги в бедренных мышцах составило от 74,8±7,5 у волжской белой породы до 76,3±7,6 у голубой породы цесарок; в грудных мышцах от 74,8±7,5 у волжской белой породы до 76,1±7,6% у голубой породы цесарок. Наименьшее содержание жира в бедренных мышцах установлено у волжской белой породы (1,3±0,2), наибольшее у голубой породы цесарок - 2,7±0,4, в грудных мышцах, соответственно наименьшее у волжской белой породы - 0,8±0,1, наибольшее - у голубой породы цесарок 3,2±0,5%. Больше всего белка содержалось в бедренных и грудных мышцах волжской белой породы - 2,7±0,4 и 3,2±0,5, наименьшее, соответственно у голубой породы цесарок - 19,10±2,87 и 19,70±2,96%. Содержание золы в мышцах цесарок в этом возрасте находилось в пределах от 0,97±0.15 до 1,11±0,16%.

К средине срока (рис. 2) выращивания наименьшее содержание влаги установлено в бедренных мышцах у серо-крапчатой породы - 76,0±7,6, в грудных мышцах у волжской белой породы - 75,5±7,6, наибольшее - в бедренных мышцах у голубой и волжской белой породы - 76,3±7,6, в грудных мышцах у загорской белой породы - 76,3±7,6.

Рис. 2 - Физико-химические показатели мяса цесарок, возрастом 4 месяца.

Меньше всего жира в бедренных мышцах содержалось у голубой породы - 1,0±0,2, в грудных мышцах - у серо-крапчатой, голубой и волжской белой пород - 1,2±0,2, наибольшее его содержания установлено в бедренных и грудных мышцах загорской белой породы, соответственно 2,5±0,5 и 2,3±0,3%. Наименьшее содержание белка установлено в бедренных - 20,11±1,61 и грудных мышцах - 20,22±1,62 у загорской белой породы цесарок. Дольше всего белка содержалось в бедренных мышцах - 21,47±1,72, в грудных мышцах - 21,52±1,72 у волжской белой породы, соответственно 21,47±1,72 и 21,52±1,72%. Содержание золы в бедренных и грудных мышцах находилось в пределах от 0,97±0,15 у серо-крапчатой породы до 1,18±0,17% у голубой породы цесарок.

После 9 мес. выращивания (рис. 3) наименьшее содержание влаги в бедренных и грудных мышцах у волжской белой породы составило соответственно 75,3±7,5 и 75,8±7,6, наибольшее у загорской белогрудой породы - 76,6±7,7%.

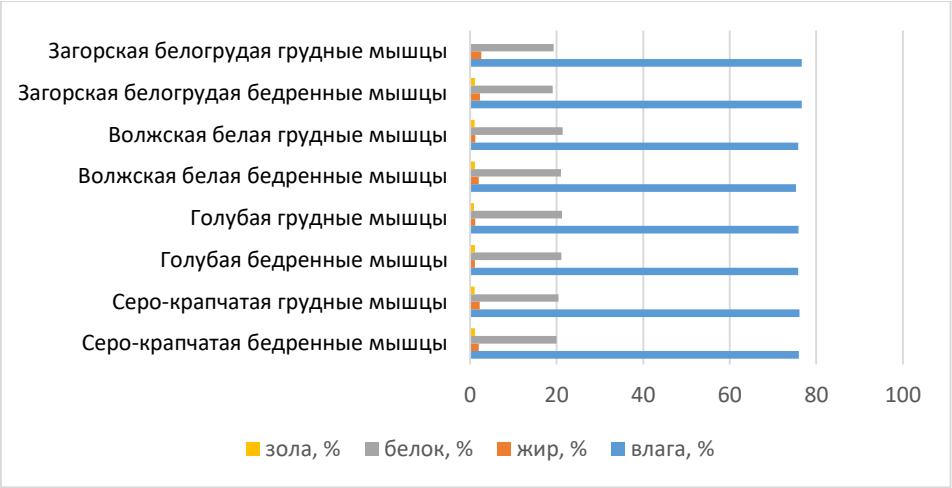


Рис. 3 - Физико-химические показатели мяса цесарок, возрастом 9 месяцев.

Жира меньше всего в бедренных мышцах содержалось у голубой породы - 1,1±0,2, в грудных мышцах – у голубой и волжской белой пород - 1,2±0,2%. Наибольшее содержание жира установлено в бедренных и грудных мышцах загорской белой породы соответственно 2,6±0,3 и 2,3±0,4%. Меньше всего белка содержалось в бедренных и грудных мышцах загорской белой породы - 19,10±1,53 и19,30±1,54, больше всего - в бедренных и грудных мышцах голубой породы цесарок - 21,12±1,69 и 21,22±1,70% соответственно. Содержание золы в бедренных и грудных мышцах находилось в пределах от 0,90±0,13 у голубой породы до 1,15±0,16% у серо-крапчатой породы цесарок (рис. 2).

Заключение. По физико-химическому составу мясо цесарок отличается высоким содержанием белка и низким содержание жира в мышцах, по сравнению с мясом цыплят-бройлеров. Небольшое содержание жира – это один из отличительных признаков, оказывающих влияние на консистенцию, цвет, вкус и энергетическую ценность мяса цесарок. После 9-ти месяцев выращивания больше всего белка и меньше жира содержалось в мышцах голубой породы цесарок. Мясо цесарки содержит меньший процент жира по сравнению с куриным мясом, по химическим показателям относится к одному из лучших среди мяса домашней птицы, а также считается диетическим продуктом.

Список литературы

1. Заремская А.А. Санация птицы в ваннах охлаждения / А.А. Заремская, И.П. Салеева, Р.О. Колесников и др. // В сборнике: Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли. Материалы XXI Международной конференции. Сергиев Посад, 2024. С. 596-600.
2. Козак С. Профилактика токсикоинфекций при птицепереработке // Животноводство России. 2021. № 7. С. 15-18.
3. Салеева И.П. Эффективное дезинфицирующее средство МЕГАКЛИН ПЕРОКСИ для птицеперерабатывающей промышленности / И.П. Салеева, В.Ю. Морозов, Р.О. Колесников и др. // В сборнике: Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли. Материалы XXI Международной конференции. Сергиев Посад, 2024. С. 692-695
4. Козак С.С. К вопросу обоснования ветеринарно-санитарного производственного контроля при переработке цесарок / С.С. Козак, С.П. Степанова, Ю.А. Козак и др. // АПК России. 2022. Т. 29. № 4. С. 500-503.
5. Ройтер Я. Мясо цесарки: акцент на вкусовые качества // Животноводство России. 2016. № 4. С. 14.
6. Полянских С.В., Ковалев Д.Ю., Пузина Е.В., Браташ И.В. Оценка качества мяса цесарок применительно к технологии продуктов функционального питания / С.В. Полянских, Д.Ю. Ковалев, Е.В. Пузина и др. // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 66.
7. Забиякин В.А. Опыт получения голубых цесарок и их продуктивные качества // Птицеводство. 2008. № 4. С. 45-47.
8. Луговая И.С. Ветеринарно-санитарный осмотр продуктов убоя цесарок и определение биологической полноценности их мяса при использовании биостимуляторов в эмбриогенезе / И.С. Луговая, Т.О. Азарнова, Ю.В. Петрова и др. // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 3. С. 126-130.
9. Забиякин В.А. Разведение цесарок в России // Эффективное животноводство. 2017. № 3 (133). С. 24-28.
10. Кудряшов Л.С. Пищевая и биологическая ценность мяса цесарок, содержащихся в малочисленной группе и условиях фермерского хозяйства / Л.С. Кудряшов, О.А. Кудряшова, В.А. Забиякин и др. // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 1. С. 15-22.

УДК 631.81:631.4

Муравлёва В.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ОСНОВНЫХ ЗЕРНОПРОИЗВОДЯЩИХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Аннотация. В условиях климатической изменчивости и усиления водного дефицита в южных регионах России возрастает значение научно обоснованных подходов к управлению водными ресурсами в растениеводстве. В статье проведена сравнительная оценка эффективности водопользования основных зерновых и масличных культур в ключевых зернопроизводящих регионах страны — Южном, Северо-Кавказском и Приволжском федеральных округах. На основе анализа официальной статистики и агрометеорологических расчётов показано, что продуктивность агроценозов в современных условиях определяется преимущественно природно-климатическими факторами и биологическими особенностями культур. Установлено, что озимые формы пшеницы демонстрируют существенно более высокую водную эффективность по сравнению с яровыми аналогами благодаря способности использовать влагу ранневесеннего периода для формирования продуктивного куста до наступления летней засухи. Полученные результаты подтверждают целесообразность сохранения озимой пшеницы как базовой культуры в структуре посевов южных регионов и обосновывают необходимость перехода от нормативного подхода к расчётам водопотребления к адаптивным системам, учитывающим фактическую влагообеспеченность и региональную специфику почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: водопользование, коэффициент водопотребления, озимая пшеница, яровая пшеница, адаптивные технологии, зернопроизводство.

Обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации в условиях изменяющегося климата требует совершенствования технологий управления водными ресурсами в агропромышленном комплексе. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), сельское хозяйство потребляет около 72% всей пресной воды, добываемой из природных источников [11]. В Российской Федерации проблема рационального использования воды осложняется неравномерностью распределения водных ресурсов по территории страны и возрастанием частоты экстремальных погодных явлений, таких как засухи и суховеи.

Проблема водопользования играет важную роль для основных сельскохозяйственных регионов страны (Южный, Приволжский и Северо-Кавказский федеральные округа), где сосредоточено более 60% пашни и производится значительная часть зерновых культур [3]. Дефицит влаги в критические фазы развития растений может приводить к снижению урожайности на 30-50%, что негативно сказывается на экономической эффективности отрасли [1]. В связи с этим переход от экстенсивных методов земледелия к адаптивным системам водопользования, учитывающим реальную влагообеспеченность и планируемую урожайность, является приоритетной задачей государственной аграрной политики.

Актуальность темы обусловлена необходимостью научного обоснования параметров адаптивных систем водопользования, которые позволяли бы прогнозировать урожайность в зависимости от суммарного водопотребления (включая естественные осадки и орошение). Существующие нормативы часто не учитывают региональную специфику и климатические тренды последних лет, что приводит к дисбалансу между планированием и фактическим производством продукции. С данной позиции представляется необходимым проанализировать динамику влагообеспеченности и урожайности основных сельскохозяйственных культур в основных сельскохозяйственных регионах РФ; определить коэффициенты водопотребления для различных почвенно-климатических зон методом сравнения; провести сравнительный анализ зависимости урожайности от водного фактора.

Исследование проводилось на основе обобщения официальных данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат), отчетов Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и материалов научно-исследовательских учреждений (ФГБНУ ВНИИ «Радуга») за период 2020-2022 годов [4,7,9]. Объектом исследования выступали регионы Южного (ЮФО), Приволжского (ПФО) и Северо-Кавказского (СКФО) федеральных округов, как наиболее значимых для растениеводства страны. Для анализа были отобраны данные по основным зерновым культурам (пшеница яровая и озимая, ячмень) и масличным культурам (подсолнечник). Выбор данных культур обусловлен их высокой долей в структуре посевных площадей РФ (более 50%) и чувствительностью к влагообеспеченности [3]. В работе применялся метод сравнительного анализа, который позволил

выявить различия в эффективности водопользования между регионами и культурами путем сопоставления абсолютных и относительных показателей.

Мелиорированные земли включает орошаемые и осушаемые земли, поэтому для анализа урожайности зерновых культур корректно использовать долю фактически орошаемых земель, которая в РФ составляет 0,6% (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность зерновых культур и доля фактически орошаемых земель в Российской Федерации и федеральных округах (усреднённые данные за 2020–2022 гг.)

Федеральный округ	Средняя урожайность зерновых*, ц/га (2020–2022 гг.)	Доля орошаемых земель в с/х угодьях**, %
Южный (ЮФО)	42-45	1,8-2,5
Приволжский (ПФО)	31-32	0,8-1,2
Северо-Кавказский (СКФО)	30-33	1,5-2,0
Российская Федерация	32,5-33,6	0,6

*Урожайность — среднее арифметическое за 2020–2022 гг. по данным Росстата

**Под «орошаемыми землями» понимается площадь сельскохозяйственных угодий, на которой в отчётном году фактически применялись поливы (исключая осушаемые мелиорированные земли). Данные Росстата и Росреестра скорректированы с учётом доли реально функционирующих оросительных систем.

Источник: составлено автором на основе [2,8].

Анализ урожайности зерновых культур по федеральным округам за 2020–2022 гг. выявляет доминирующую роль природно-климатических факторов над мелиоративными. Южный федеральный округ демонстрирует наибольшую продуктивность (42–45 ц/га в среднем), что обусловлено сочетанием плодородных чернозёмов Кубани, благоприятного температурного режима и преобладания высокоурожайных озимых культур. При этом доля фактически орошаемых земель в округе не превышает 2–3%, а в отдельных регионах, таких как Ростовская область, орошение применяется преимущественно на страховых посевах яровых культур.

Северо-Кавказский федеральный округ показывает урожайность на уровне 30–33 ц/га в среднем по округу, что ниже южного соседа из-за контрастной внутренней структуры: высокие показатели Ставропольского края (38 ц/га) компенсируются низкой продуктивностью горных республик с их сложным рельефом и менее плодородными почвами. Доля орошаемых земель в СКФО составляет около 2%, причём основная часть приходится на предгорные районы Ставрополья.

Приволжский федеральный округ демонстрирует урожайность, близкую к среднероссийской (31–32 ц/га), несмотря на наличие отдельных высокоурожайных регионов (Саратовская область). Критически важно отметить, что доля орошаемых земель в округе не превышает 1–1,2%. Низкая эффективность мелиорации в ПФО объясняется преобладанием дождевого земледелия в условиях недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения 0,6–0,8) и ограниченными водными ресурсами для расширения орошения.

Ключевыми факторами формирования продуктивности выступают качество почв, температурный режим вегетационного периода и структура посевов (доля озимых культур), тогда как орошение в современных условиях РФ играет вспомогательную роль, обеспечивая стабилизацию урожая в засушливые годы на ограниченных площадях.

Эффективность использования влаги характеризуется коэффициентом водопотребления, показывающим затраты воды на формирование единицы продукции. Данные по основным культурам представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Коэффициент водопотребления и урожайность основных сельскохозяйственных культур в регионах Российской Федерации (усреднённые данные за 2020–2022 гг.)

Культура	Регион возделывания	Суммарное водопотребление*, м³/га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м³/т
Пшеница озимая	ЮФО (Краснодарский край)	4500	5,8	776
	ЮФО (Ростовская область)	4200	4,0	1050
	СКФО (Ставропольский край)	4300	3,5	1229
Пшеница яровая	ЮФО (Ростовская область, северные районы)	4000	2,9	1379
	СКФО (Ставропольский	4100	3,1	1323

	край, предгорные районы)			
	ПФО (Саратовская область)	3900	3,0	1300
Подсолнечник	ЮФО (Волгоградская область)	3800	1,8	2111
	СКФО (Ставропольский край)	4100	2,1	1952
	ПФО (Саратовская область)	3600	1,5	2400

Примечание: Суммарное водопотребление включает эффективные осадки и поливную норму. Расчёт выполнен по методике ФАО (Кс-подход). Данные по яровой пшенице в ЮФО и СКФО относятся к страховым посевам и предгорным районам; основная масса посевов пшеницы в данных округах представлена озимыми сортами.

Источник: составлено автором на основе [5,6,8,10].

Анализ региональной дифференциации коэффициента водопотребления озимой пшеницы выявляет чёткую зависимость от агроклиматических условий. Наиболее высокая эффективность использования воды зафиксирована в Краснодарском крае (776 м³/т), что обусловлено сочетанием плодородных чернозёмов, умеренной континентальности климата и оптимального распределения осадков в период весеннего роста. В Ростовской области коэффициент возрастает до 1050 м³/т вследствие большей выраженности засушливого периода в июле–августе и снижения мощности почвенного профиля в северных районах. Наименее эффективное водопользование отмечено в Ставропольском крае (1229 м³/т), где предгорный рельеф и повышенная испаряемость в фазу созревания зерна увеличивают суммарные затраты влаги на формирование урожая, несмотря на сопоставимое водопотребление с другими регионами.

Сопоставление культур в рамках одного региона подтверждает преимущество озимой пшеницы перед яровой и подсолнечником по эффективности использования воды. В Ростовской области переход от озимой к яровой пшенице сопровождается ростом коэффициента водопотребления на 31% (с 1050 до 1379 м³/т) при практически равном водопотреблении, что свидетельствует о биологических преимуществах озимых форм: их способности формировать продуктивные стебли в апреле–мае, когда влагообеспеченность максимальна, в отличие от яровой пшеницы, проходящей критические фазы в условиях летней засухи. Подсолнечник демонстрирует наименьшую водную эффективность во всех регионах (1952–2400 м³/т), что объясняется длительным вегетационным периодом (110–130 суток), высокой транспирацией в фазу цветения и биологической особенностью культуры — формированием урожая преимущественно за счёт летних осадков, характеризующихся низкой эффективностью из-за высокой испаряемости. Эти закономерности подтверждают целесообразность сохранения озимой пшеницы как базовой культуры в структуре посевов южных регионов даже в условиях климатической изменчивости, при условии адаптации агротехники к местным водным ограничениям.

Для оценки межгодовой изменчивости продуктивности проанализирована динамика урожайности зерновых культур в 2020–2022 гг. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Динамика урожайности зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации и федеральных округах (2020–2022 гг.)

Территория	Год	Урожайность, ц/га	Отклонение от среднемноголетнего уровня (2015–2019 гг.), %
РФ (среднее)	2020	34,5	+15,8
	2021	33,6	+12,8
	2022	33,6	+12,8
ЮФО*	2020	42–44	+18–22
	2021	41–43	+15–19
	2022	41–43	+15–19
СКФО*	2020	33–35	+11–15
	2021	32–34	+8–12
	2022	32–34	+8–12
ПФО*	2020	31–33	+4–8
	2021	30–32	+1–5
	2022	30–32	+1–5

Примечание: Урожайность по федеральным округам рассчитана как средневзвешённая на основе региональных данных Росстата. Точные средневзвешённые показатели по округам не публикуются Росстатом напрямую и требуют расчёта с учётом площадей посевов в каждом регионе.

Источник: составлено автором на основе [8,9].

Динамика урожайности зерновых культур в 2020–2022 гг. отражает рост урожайности в 2020 г. (+15,8% к среднему 2015–2019 гг.), что обусловлено благоприятным распределением осадков в весенне-летний период, тогда как стабилизация показателей в 2021–2022 гг. на уровне +12–13% связана с переходом к более типичным для южных регионов условиям увлажнения. Колебания происходили в условиях практически полного отсутствия орошения на зерновых культурах — более 99% площадей возделывались в дождевом режиме, что исключает возможность установления взаимосвязи между нормативными значениями водопотребления при орошении и реальной продуктивностью. Для анализа водной эффективности необходимо использовать показатели фактического водопотребления, что позволит выявить истинные закономерности формирования урожайности в условиях водного дефицита и разработать адекватные адаптационные стратегии для сельского хозяйства южных регионов России.

Проведённый анализ подтверждает, что продуктивность агроценозов в основных зернопроизводящих регионах России определяется преимущественно природно-климатическими факторами. Несмотря на критическую важность водного ресурса для сельского хозяйства в глобальном масштабе, в российских условиях доля фактически орошаемых земель не превышает 0,6% от общей площади сельскохозяйственных угодий, что делает дождевое земледелие доминирующим типом ведения растениеводства даже в южных регионах.

Сравнительная оценка коэффициента водопотребления выявила зависимость эффективности использования влаги между культурами и регионами. Озимая пшеница в Краснодарском крае демонстрирует наивысшую водную эффективность (776 м³/т), тогда как подсолнечник во всех регионах характеризуется наименьшей эффективностью (1952–2400 м³/т) вследствие длительного вегетационного периода и высокой транспирации в фазу цветения. Переход от озимой к яровой пшенице сопровождается снижением водной эффективности на 30–40%, что объясняется биологическими особенностями: озимые культуры формируют продуктивный куст в период максимальной влагообеспеченности (апрель–май), в то время как яровые проходят критические фазы развития в условиях летней засухи. Эти закономерности подтверждают целесообразность сохранения озимой пшеницы как базовой культуры в структуре посевов южных регионов даже в условиях климатической изменчивости.

Динамика урожайности в 2020–2022 гг. отражает преимущественно метеорологические колебания: рост показателей в 2020 г. (+15,8% к среднему 2015–2019 гг.) обусловлен благоприятным распределением осадков в весенне-летний период, тогда как стабилизация в последующие годы связана с возвратом к типичным для региона условиям увлажнения. Для разработки адаптивных стратегий водопользования требуется переход от нормативного подхода к расчётам на основе фактического водопотребления с учётом эффективных осадков, региональной специфики почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур.

Список литературы

1. Алпатьев, А. М. Водопотребление сельскохозяйственных культур / А. М. Алпатьев. — Ленинград : Гидрометеоиздат, 1954. — 320 с.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году. — М.: Росреестр, 2023. — 231 с. — С. 84–87.
3. Институт аграрных проблем РАН. Зерновой рынок России: тенденции и прогнозы. — Саратов : ИАП РАН, 2023. — 180 с.
4. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Отчет о ходе уборочной кампании 2023 года [Электронный ресурс]. — Москва : Минсельхоз России, 2023. — URL: https://mcx.gov.ru (дата обращения: 15.01.2024).
5. Рекомендации по нормированию орошения сельскохозяйственных культур в условиях Северного Кавказа / ФГБНУ «ВНИИ риса». — Краснодар, 2021. — 84 с.
6. Саратовстат. Сельское хозяйство Саратовской области в 2022 году: статистический сборник. — Саратов, 2023. — 156 с.
7. ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова». Методические рекомендации по определению эффективных осадков и оросительных норм. — Москва, 2020. — 150 с.
8. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России. 2023: статистический сборник. — М.: Росстат, 2023. — 348 с.
9. Федеральная служба государственной статистики. Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в РФ : стат. сб. / Росстат. — Москва, 2024. — 258 с.
10. Федеральная служба государственной статистики по Южному федеральному округу. Сельское хозяйство ЮФО в 2022 году: аналитический обзор. — Ростов-на-Дону, 2023. — 84 с.
11. Food and Agriculture Organization. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2021 : systems at breaking point. — Rome : FAO, 2021. — 310 p.

УДК 636.5.033:637.05:579.67

Козак С.С.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности — филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП),
Московская обл., г.о. Солнечногорск, рп Ржавки

ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНОГО ПЕННОГО МНОГОКОМПОНЕНТНОГО МОЮЩЕГО С ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ ЭФФЕКТОМ СРЕДСТВА ДЛЯ САНТАРНОЙ ОБРАБОКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСА ПТИЦЫ

Аннотация. Изучены бактерицидные и коррозионные свойства щелочного пенного многокомпонентного моющего с дезинфицирующим эффектом средства PARI-MD и разработана технология его применения, для ветеринарно-санитарной обработки объектов в цехах по производству мяса птицы. Показано, что применение для ветеринарно-санитарной обработки 2,0-2,5%-ных растворов (по АХ) PARI-MD температурой 50˚С (экспозиция — 20 мин) в цехе убоя птицы (расход — 0,3-0,5 л/м2) и цехе по производству полуфабрикатов, колбасных и кулинарных изделий (расход — 0,3-0,5 л/м2) позволяет совместить процессы мойки и дезинфекции, способствует интенсификации процессов ветеринарно-санитарной обработки, сокращает их продолжительность, позволяет получить хороший результат по микробиологическим показателям (после обработки поверхностей снизить КМАФАнМ до единичных колоний, инактивировать E. coli) и улучшить санитарное состояние производства.

Ключевые слова: щелочное пенное многокомпонентное моющее с дезинфицирующим эффектом средство, хлор, ветеринарно-санитарная обработка, PARI-MD, цех убоя, цех по производству продукции из мяса птицы.

Наряду с увеличение объемов и ассортимента выпускаемой продукции при производстве мяса птицы все большее внимание уделяется получении безопасной продукции и увеличению эффективности производства [1]. Современные птицеперерабатывающие предприятия не могут эффективно работать без поддержания должного уровня санитарного состояния, которое обеспечивается эффективной ветеринарно-санитарной обработкой (ВСО). Процесс ВСО довольно трудозатратный и длительный и предусматривающий механическую сухую очистку объектов ветнадзора, их ополаскивание, мойку, повторное ополаскивание, дезинфекцию и заключительное ополаскивание. Для сокращения временных затрат службы, проводящие ветеринарно-санитарную обработку, все бóльшее внимание обращают на средства, обеспечивающие совмещение мойки и дезинфекции в один процесс [2-4]. Использование растворов таких средств для санитарной обработки, позволяет получить хорошие результаты по микробиологическим показателям и улучшить санитарно-гигиеническое состояние производства [5].

В настоящее время произошел отток иностранных производителей и дистрибьюторов эффективных дезинфицирующих средств, составлявших бóльшую часть представленных на отечественном рынке дезинфектантов. Это диктует необходимость поиска и разработки новых высокоэффективных, экологичных и безопасных средств для проведения санитарной обработки объектов ветеринарного надзора.

В связи с этим изыскание и разработка новых высокоэффективных средств, позволяющих совмещать мойку и дезинфекцию, для обеспечения ветеринарно-санитарного благополучия объектов ветеринарного надзора на предприятиях, перерабатывающих цыплят-бройлеров, являются актуальной для ветеринарной науки и практики задачей.

Лабораторные исследования выполняли в ИЛЦ ВНИИПП. Изучение бактерицидных свойств средства и микробиологические исследования проводили по Р 4.2.3676-20 [6], коррозионную активность устанавливали по ГОСТ 9.913-90 [7]. Пенообразующую способность растворов определяли с использованием прибора Росс-Майлса [8].

Производственные испытания проводили в условиях птицеперерабатывающих предприятий отрасли. При проведении испытаний оборудование цеха по окончании рабочей смены механически очищали, ополаскивали водой и отбирали смывы с поверхностей для получения фоновых значений микробной загрязненности. Далее осуществляли санитарную обработку поверхностей растворами PARI-MD при температуре растворов 50ºС. По истечении заданной экспозиции и после ополаскивания водой обработанных поверхностей определяли качество санитарной обработки, отбирали смывы с поверхностей для получения фоновых значений микробной загрязненности.

В ИЛЦ ВНИИПП Была разработана рецептура многокомпонентного щелочного пенного моющего средства с дезинфицирующим эффектом (PARI-MD), в состав которого входили гипохлорит натрия, щелочные компоненты, неионогенные поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии и вода подготовленная с содержанием 70% активного хлора (АХ). Лабораторными испытаниями установлена хорошая пенообразующая способность, высокая бактерицидная активность по отношению к условно-патогенной и патогенной микрофлоре и низкая коррозионная активность растворов PARI-MD по отношению к сталям, используемым для изготовления оборудования в цехах, перерабатывающих птицу.

При проведении совмещенной мойки и дезинфекции рабочими растворами таких средств необходимо руководствоваться инструкциями по их применению, согласованными уполномоченными учреждениями; результатами дезинфектологической экспертизы и документацией, подтверждающей целевую эффективность и безопасность использования данных средств в качестве моющих и дезинфицирующих, а также результатами тестовых ветеринарно-санитарных обработок оборудования в производственных условиях.

С этой целью были проведены производственные испытания применения растворов PARI-MD для ветеринарно-санитарной обработке помещений в цехе убоя птицы.

Для проведения испытаний были приготовлены растворы 1,5…2,5%-ной концентрации (по АХ) PARI-MD. Расход средства составлял 0,3-0,5 л/м^2 обрабатываемой поверхности. Использовали растворы температурой 50°С. После их нанесения с помощью парогенератора на обработанных поверхностях образовывалась устойчивая пена, которая оставалась на них в течение всего времени обработки (20 мин).

До проведения ветеринарно-санитарной обработки (фон) на исследованных поверхностях была обнаружена E. coli, КМАФАнМ составляло от (8,21±0,21)·10^2 КОЕ/см^2 (массажер, внутренняя поверхность) до (2,61±0,06)·10^5 КОЕ/см^2 (стена (h = 0,4 м от пола), облицованная плиткой).

После ветеринарно-санитарной обработки 1,5%-ным раствором PARI-MD на поверхностях не была выделена E. coli. Однако КМАФАнМ на некоторых поверхностях (стена (h = 0,4 м от пола), облицованная плиткой, стеллаж из нержавеющей стали, нижняя полка и массажер (наружная поверхность) превышало нормативный показатель (5,0·10^2 КОЕ/см^2) [9].

После ветеринарно-санитарной обработки 2,0-2,5%-ными растворами PARI-MD на поверхностях не была выделена E. coli, а КМАФАнМ составляло менее 10 КОЕ/см^2, что свидетельствовало об эффективности проведенной обработки.

В ходе испытаний было установлено, что растворы PARI-MD качественно отмывают видимые белковые и жировые загрязнения, а пена с обработанных поверхностей хорошо смывается водой, не оставляя разводов или пятен.

Предприятия, перерабатывающие птицу, кроме первичной переработки, зачастую производят кулинарные, колбасные и др. изделия из мяса птицы. В связи с этим, для разработки технологии ВСО для предприятий отрасли, с включением всего цикла производства продуктов из мяса птицы (от цеха убоя до получения готовой продукции), необходимо было установить режимы проведения ВСО в цехе по производству полуфабрикатов, колбасных и кулинарных изделий из мяса птицы с использованием PARI-MD. С этой целью были проведены производственные испытания в колбасном цехе в условиях ООО «АВРУС» Московской области

Санитарную обработку поверхностей проводили 1,5…2,5%-ными (по активному хлору (АХ) растворами PARI-MD при температуре растворов 50ºС из расчета 0,1-0,3 л/м^2. После их нанесения с помощью парогенератора на обработанных поверхностях образовывалась устойчивая пена, которая оставалась на них в течение всего времени обработки (20 мин).

До ВСО на исследованных поверхностях были обнаружена E. coli, КМАФАнМ составляло от (8,21±0,21)·10^2 КОЕ/см^2 (массажёр, внутренняя поверхность) до (2,61±0,06)·10^5 КОЕ/см^2 (стена (h=0,4 м от пола) облицованная плиткой).

После ВСО 1,5%-ным раствором PARI-MD на поверхностях E. coli не была выделена. Однако КМАФАнМ на некоторых поверхностях (стена (h=0,4 м от пола), облицованная плиткой, стеллаж (нержавеющая сталь), нижняя полка и массажёр (наружная поверхность) превышало нормативный показатель (5,0·10^2 КОЕ/см^2) [6].

После ВСО 2,0-2,5%-ными растворами PARI-MD на поверхностях E. coli не была выделена, а КМАФАнМ составляло менее 10 КОЕ/см^2, что свидетельствует о эффективной санитарной обработке.

В ходе испытаний установлено, что растворы PARI-MD отмывают видимые белковые и жировые загрязнения, а пена с обработанных поверхностей хорошо смывается водой, не оставляя разводов или пятен.

На основе полученных результатов разработана «Инструкция по применению моющего средства с дезинфицирующим эффектом «PARI-MD», для санитарной обработки объектов ветеринарного надзора на предприятиях, перерабатывающих птицу, в т.ч. цыплят-бройлеров, в т.ч. кросса «Смена-9».

В инструкции указано, что рабочие растворы средства используются для совмещенной мойки и дезинфекции различных поверхностей и технологического оборудования в производственных цехах предприятий, перерабатывающих птицу.

Концентрация применяемых рабочих растворов зависит от вида и степени загрязненности поверхности, типа оборудования и метода применения. Температура воды, используемая для приготовления рабочего раствора – 50…60ºС.

Использование растворов PARI-MD интенсифицирует процессы санитарной обработки с сокращением ее продолжительности, позволяет получить хорошие результаты по микробиологическим показателям и повысить уровень санитарно-гигиенического состояния производства. При проведении ВСО необходимо руководствоваться инструкцией по применению, а также результатами проверки эффективности мойки и дезинфекции оборудования в производственных условиях.

Заключение. Применение для ВСО 2,0-2,5%-ных растворов (по АХ) PARI-MD температурой 50°С (экспозиция – 20 мин) в цехе убоя птицы (расход – 0,3-0,5 л/м^2) и цехе по производству полуфабрикатов, колбасных и кулинарных изделий (расход – 0,3-0,5 л/м^2) позволяет совместить процессы мойки и дезинфекции, способствует интенсификации процессов ВСО, сокращает ее продолжительность, позволяет получить хороший результат по микробиологическим показателям (после обработки поверхностей снизить КМАФАнМ до единичных колоний, инактивировать E. coli) и улучшить санитарное состояние производства.

Согласно результатам производственных испытаний PARI-MD рекомендуется в качестве моющего средства с дезинфицирующим эффектом при проведении ветеринарно-санитарной обработки объектов ветеринарного надзора при производстве мяса птицы.

Список литературы

1. Долгов В.А. Биотестирование продуктов, кормов и объектов окружающей среды. / В.А. Долгов, С.А. Лавина, С.С. Козак и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2014. № 3. С. 63-72.
2. Серегин И. О нормативных документах, регулирующих убой и переработку животных в зарубежных странах / И. Серегин, А. Абдуллаева, Ю. Козак и др. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2024. - №3. – С. 20-27.
3. Боровков М.Ф. Ветеринарно-санитарные требования и меры по обеспечению безопасности яиц птицы для пищевых целей / М.Ф. Боровков, А.С. Герасимов, Т.Ф. Посконная и др. // - Москва, 2025. - ИД «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА». – 304 с.
4. Салеева И.П. Эффективное дезинфицирующее средство мегаклин перокси для птицеперерабатывающей промышленности / И.П. Салеева, В.Ю. Морозов, Р.О. Колесников и др. // В сборнике: Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли. Материалы XXI Международной конференции. Сергиев Посад. – 2024. – С. 692-695.
5. Перспективы применения дезинфицирующих средств при проведении ветеринарно-санитарных мероприятий на объектах ветеринарного надзора / *Г.М. Горяинова, А.С. Скрипникова, АД. Шалагинова* [и др.] // Проблемы вет. санитарии, гигиены и экол. – 2023. – № 2 (46). – С. 134–141.
6. Руководство Р 4.2.3676-20. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: утв. Рук. Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Гл. гос. сан. врачом РФ А.Ю. Поповой 18 декабря 2020 г. – М., 2020. 490 с.
7. ГОСТ 9.913-90. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Алюминий, магний и их сплавы. Методы ускоренных коррозионных испытаний. [Текст]. Введ. 1992-01-01. 22 с.
8. Изучение коррозионной и пенообразующей активности дезинфицирующей активности дезинфицирующего средства Натопен / О.В. Угрюмов, Р.М. Гайфуллин, Р.Х. Равилов [и др.] // Учен. зап. КГАВМ. – 2014. – Т. 220. – № 4. – С. 222–227.
9. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю тушек, мяса птицы, птицепродуктов, яиц и яйцепродуктов на птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятиях: утв. начальником Гл. упр. ветеринарии с Гос. вет. инспекцией В.И. Касюком 30 авг. 1990 г. ММП НПО «Комплекс»,1990. 94 с.

УДК 637.06:637.07.071:072:074:075

Козак Ю.А.
Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва
Козак С.С.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности — филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП), Московская обл., г.о. Солнечногорск, рп Ржавки

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ УПИТАННОСТИ ТУШЕК ВЫНУЖДЕННО УБИТОЙ ПТИЦЫ

Аннотация. Представлены материалы по частоте выбраковки и вынужденного убоя, по фальсификации упитанности тушек птицы. Птицу с признаками заболевания обычно направляют на убой, но при этом мясо должны использовать с определенными ограничениями. Тушки выбракованной птицы с измененным видом и с низкой упитанностью выбраковывают и используют для производства мясокостной муки или направляют на корм пушным зверям. Такое мясо имеет более низкую цену, чем мясо здоровой птицы. Поэтому недобросовестные предприниматели с целью уменьшения потерь подвергают такие тушки дополнительной обработке. В мышцы вводят с помощью шприца воду или различные растворы, что в определенной мере улучшает товарный вид тушек, но снижает качественные показатели мяса. В настоящее время фальсификации упитанности тушек птицы еще недостаточно изучены, что даёт возможность реализовывать мясо пониженного качества и небезопасного для потребителей.

Ключевые слова: бройлеры, вынужденный убой, фальсификация упитанности, химический состав мяса, органолептика, микробиологические показатели, качество мяса.

На птицефабриках достаточно часто появляется необходимость производить убой птицы, выбракованной по различным причинам, а также определять наиболее рациональные и безопасные пути использования такого мяса в пищевых или кормовых целях. В последние десятилетия количество выбракованной птицы в хозяйствах (особенно бройлеров) значительно возросло. На технологической стадии производства птицепродуктов вероятна фальсификации тушек птицы и ее частей (увеличение массы) за счет инъецирования различными растворами без указания их наличия в маркировке и товарно-сопроводительных документах. Мясо бройлеров вынужденного убоя в нарушение действующих правил ветсанэкспертизы всё чаще стало поступать на переработку и использоваться для производства различных мясных продуктов, в том числе для изготовления «Гриль». Вместе с тем, выбраковку и убой птицы осуществляют по различным причинам, в том числе при дефиците кормов и вследствие инфекционных и инвазионных болезней. Тушки заболевшей птицы обычно имеют более низкую упитанность и пониженные показатели качества мяса. Такое мясное сырье считается ограниченно годным, так как оно часто контаминируется условно-патогенными и патогенными микроорганизмами [1-4].

Мясо выбракованной птицы необходимо идентифицировать и направлять на производство холодца, вареных колбас или консервов. Тушки больной птицы, имеющие низкую упитанность**,** надо направляют на утилизацию. Однако ежегодное увеличение численности населения требует соответствующего увеличения продуктов питания животного происхождения, повышать финансовый доступ потребителей к мясу и улучшать обеспеченность населения доброкачественными и безопасными мясными продуктами [4]. Наиболее перспективным производство мяса птицы считается в условиях крупных птицеводческих предприятий, где внедрены промышленные методы откорма птицы, своевременно перерабатывается мясное сырье и наиболее рационально используется мясо с пониженным качеством.

Промышленное разведение птицы обычно базируется на интенсивном использовании производственных площадей и кормовых средств. Однако птица достаточно чувствительна к уменьшению жизненного пространства и уплотнению поголовья на единице площади, как при клеточном, так и при напольном содержании. В условиях гиподинамии у птицы могут появляться болезни, связанные с нарушением обмена веществ и возможным накоплением патогенов, что создает определенную угрозу для здоровья потребителей. В последние годы недобросовестные предприниматели стали подвергать обработке различными препаратами тушки птицы и повышать показатели упитанности путем введения воды или воздуха в отдельные группы мышц. Тушки при этом приобретают более привлекательный вид и могут соответствовать показателям упитанности 1-й и 2-йкатегорий, что необоснованно приводит к повышению стоимости мяса. Фальсификация упитанности птицы становится все более распространенной и выявляется как при переработке птицы, так и при реализации мяса в торговой сети [1, 2 ,4]. Однако данные по визуальной оценке тушек птицы вынужденного убоя, которым внутримышечно вводили воду или воздух**,** в доступной литературе

отсутствуют. В правилах ветсанэкспертизы и до сих пор нет каких-либо рекомендаций по использованию тушек при фальсификации упитанности [3, 4]. Это и послужило основанием для выполнения данной работы.

Целью наших исследований было изучить фальсификацию упитанности тушек при обработке их водой или различными растворами и сравнить потребительские свойства мяса фальсифицированных тушек с мясом без фальсификации.

Объектом исследования являлись тушки бройлеров с фальсификацией упитанности при сравнении органолептических показателей, химического состава и физико-химических свойств мяса тушек без дополнительной обработки, и мясо при фальсификации упитанности. Исследовали тушки цыплят-бройлеров, реализуемые в торговой сети, со сроком хранения в охлажденном состоянии до 5 суток. Всего было осмотрено в продовольственных магазинах 420 тушек. Лабораторному анализу подвергли 10 тушек, имеющих признаки фальсификации, и 10 тушек — без выраженных признаков фальсификации (контроль).

В работе использовали общепринятые при ветсанэкспертизе методы исследования мяса в соответствии с требованиям действующих ГОСТ и НД [5-13].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакетов программ Excel и SPSS, версия 18.0.

Проведенные исследования показали, что фальсификация упитанности шприцеванием водой или воздухом отмечаются в 1,72–1,96% случаев от числа исследованных тушек птицы, реализуемых в торговой сети. В малых предприятиях типа «Гриль» такая фальсификация тушек отмечается в 10–15 раз чаще и составляет 18,4–20,6% от числа обследованных тушек. При этом еще можно обнаруживать признаки плохого обескровливания мяса. Это можно определить по темному цвету трубчатых костей. Чем темнее их цвет после варки, тем более выражены признаки фальсификации мяса.

Фальсификация упитанности тушек бройлеров методом шприцевания водой в мышцы, может быть обнаружена при разрезе красных или белых мышц. В разрезе мышц фальсифицированных тушек фильтровальная бумажка смачивается значительно интенсивнее, чем при разрезе мяса нормальных тушек. Если кусочек мяса, величиной с просяное зерно, раздавить на фильтровальной бумажке с помощью стекол компрессориума, то отмечается увеличение диаметра смоченного участка бумажки по сравнению с таковым нефальсифицированного мяса.

Результаты лабораторного исследования грудных мышц фальсифицированных и контрольных тушек бройлеров представлены в таблице.

Данные этой таблицы свидетельствуют, что фальсификация упитанности тушек птицы отрицательно влияет на соотношение различных питательных веществ и химический состав мяса. В мясе фальсифицированных тушек отмечаются определенные отклонения от показателей контрольных образцов в содержании воды, белка, жира и экстрактивных веществ. Такая разница в химическом составе мяса отрицательно влияет на органолептические показатели мясного сырья. Если мясо контрольных бройлеров имело оценку (по 5-ти бальной шкале) в среднем 3,9-4,5 балла, то органолептическая оценка мяса фальсифицированных тушек — 3,4-4,2 балла. Мясо таких тушек быстрее приобретает признаки порчи при хранении в охлажденном состоянии.

Таблица - Результаты лабораторного исследования мяса птицы

Образцы исследуемого мяса	Масса тушки, г	Химический состав* образцов, %				Экстрактивные вещества
		Вода	Белок	Жир	Зола	
Тушки, реализуемые в торговой сети	2470±17,10	79,12±0,81	17,10±0,11	1,82±0,02	1,10±0,02	0,77±0,008
Тушки для изготовления «гриль»	2990±15,70	75,76±0,66	18,46±0,17	2,17±0,04	1,12±0,04	2,19±0,03
Тушки здоровой птицы (контроль)	2210±17,01	76,29±0,71	18,90±0,21	2,26±0,07	1,11±0,04	2,44±0,06
Отклонения	+260 –80	+3,36 –2,83	–1,71 +0,44	–0,44 –0,09	+0,02 +0,01	+1,67 –0,25

Примечание:*P≤0,05.

При микробиологических исследованиях установили, что общая микробная загрязненность мяса фальсифицированных тушек цыплят-бройлеров была выше, чем в контрольных тушках. При этом патогенных микроорганизмов в мясе обеих групп не было обнаружено, однако в мясе фальсифицированных тушек цыплят-бройлеров выявили БГКП и St. aureus. Микробная контаминация

мяса контрольных тушек птицы составила (1,9–2,1)×10^2 КОЕ/г, а мяса фальсифицированных тушек — (6,3-6,8)×10^2 КОЕ/г или в 3,2–3,3 раза больше.

Таким образом, анализируя полученные данные можно сделать вывод, что количество тушек цыплят-бройлеров, реализуемых в торговых предприятиях с фальсифицированной упитанностью составляет около 1,72–1,96% от числа обследованных тушек. В малых предприятиях типа «Гриль» число фальсификаций достигает 18,4–20,6% случаев. В таком мясе наблюдаются отклонения в химическом составе, и в органолептических показателях мясного сырья. Наиболее выраженные отклонения в мясе отмечаются в содержании воды и экстрактивных веществ.

Шприцевание тушек изменило микробный статус мяса: количество микроорганизмов увеличилось на (4,4–4,7)×10^2 КОЕ/г, то есть в 3,2–3,3 раза по сравнению с контролем. В мясном сырье фальсифицированных тушек были выявлены клетки БГКП и St. aureus, что представляет опасность для здоровья потребителей такого мяса.

При этом в тушках птицы фальсификацию упитанности можно достоверно определить путем контроля влаги в свежих мышцах с помощью фильтровальной бумажки и по цвету трубчатых костей после варки.

Список литературы

1. Малалова Т.Н. Фальсификация домашней птицы // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. Димитровград. - 2014. - №1.- .- С. 375-380.
2. Балджи Ю.А. Фальсификация мяса птиц / Ю.А. Балджи, Д.К. Жанабаева, Г.Ж. Карпыкбаева // В сборнике: Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Казань. - 2020. - С. 225-229
3. Серегин И. Проблемы производственного ветеринарно-санитарного контроля сырья и продукции на предприятиях мясной промышленности / И. Серегин, Ю. Козак, В. Семенов [и др.] // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2021. - № 9. - С. 64-72.
4. Серегин И.Г. Идентификация мяса и других продуктов убоя животных при ветсанэкпертизе / И.Г. Серегин, В.Е. Никитченко, Е.О. Рысцова // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. - 2017. - №6. - С. 94–100.
5. ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартинформ, 2013. 41 с.
6. ГОСТ 31962-2013. Мясо кур (тушки кур, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия [Текст]. Введ. 01-07-2014. М.: Стандартинформ, 2016. 11 с.
7. ГОСТ 7702.2.0-2016. Продукты убоя птицы, полуфабрикаты из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям [Текст]. Введ. 01-01-2018. М.: Стандартинформ, 2016. 25 с.
8. ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes [Текст]. Введ. 01-07-2014. М.: Стандартинформ, 2014. 27 с.
9. ГОСТ 7702.2.1-2017. Продукты убоя птицы, продукция из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Текст]. Введ. 01-01-2019. М.: Стандартинформ, 2016. 6 с.
10. ГОСТ Р 54374-2011. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) [Текст]. Введ. 01-07-2012. М.: Стандартинформ, 2012. 7 с.
11. ГОСТ 31468-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления сальмонелл [Текст]. Введ. 01-07-2014. М.: Стандартинформ, 2013. 10 с.
12. ГОСТ Р 54674-2011. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления и определения Staphylococcus aureus. [Текст]. Введ. 01-01-2013. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
13. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц. Методическое руководство / Под общ. ред. В.С. Лукашенко. Сергиев Посад: ВНИТИП. - 2013. - 35 с.

УДК 636.5.033:637.05:579.67

Львин Я.А., Козак С.С.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности — филиал ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП),
Московская обл., г.о. Солнечногорск, рп Ржавки

ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ НАДМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ВОДЯНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ТУШЕК ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Аннотация. Изучены антимикробные свойства стабилизированной комбинации перекиси водорода и надмолочной кислоты (СК) и влияние применения ее растворов при водяном охлаждении на качество и безопасность тушек цыплят-бройлеров (ц/б). Показано, что профилактика перекрестного обсеменения ц/б и снижение микробной обсемененности воды в ванне охлаждения обеспечивается при использовании 0,015-0,02%-ных растворов СК (экспозиция 30-40 мин.); снижение микробной обсемененности поверхности тушек и инактивация сальмонелл на поверхности ц/б при использовании 0,02-0,03%-ных растворов СК при той же экспозиции. Проведенными органолептическими и физико-химическими исследованиями мяса, а также органолептической оценкой бульона (прозрачность, аромат), приготовленного из ц/б, охлажденного обычным способом и с использованием 0,03%-ного раствора СК, достоверных различий не установлено. Мясо ц/б соответствовало требованиям ГОСТ 31962-2013.

Ключевые слова: стабилизированная комбинация перекиси водорода и надмолочная кислота, водяное охлаждение, тушки, цыплята-бройлеры.

Охлаждение тушек, при производстве мяса птицы, является обязательным условием. Охлаждение способствует замедлению биологических процессов и увеличению стойкости тушек при хранении [1]. В тоже время результаты многочисленных исследований свидетельствуют о дополнительной микробной контаминации поверхности тушек при их охлаждения (особенно водяном) в цехе убоя птицы за счет перекрестного обсеменения [2, 3]. Учеными, предложен ряд способов снижения обсемененности патогенами поверхности тушек при их охлаждении с использованием растворов надуксусной кислоты (НУК), цетилпиридиума хлорида, активного хлора, хлордиоксида, тринатрийфосфата, органических кислот, соединения брома и других антимикробных соединений [4-6]. Наиболее широко на отечественных предприятиях для этих целей используют средства на основе НУК. В ряде исследований показано, что использование НУК снижает микробную контаминацию тушек и предупреждает их перекрестное обсеменение, практически не влияя на физико-химические и органолептические (за исключением незначительного «отбеливания» поверхности тушек) показатели мяса птицы [7]. Однако, несмотря успешность применения средств на основе НУК, многих потребителей отталкивает очень резкий, удушливый запах НУК. Кроме того, ветеринарные специалисты все больше внимания обращают производителей пищевых продуктов на замену одного пероксидного действующего вещества на другое [8, 9].

Ассортимент антимикробных препаратов в последние годы существенно расширился, однако возрастает количество штаммов микроорганизмов, устойчивых к разным классам химических соединений. Исключить развитие резистентности микроорганизмов к антимикробному средству возможно только применением растворов с метастабильными действующими веществами, самопроизвольный распад которых, за время экспозиции, обеспечивает множественность и непредсказуемость путей развития реакции, нарушающих процессы их жизнедеятельности. Применение пероксидных дезинфектантов позволяет воздействовать практически на все известные виды вирусов и бактерий, что позволяет применять эти средства для дезинфекции, не требуя постоянной замены, что обусловлено разнообразием механизмов воздействия. Кроме того, такие средства, зачастую, не требуют смывания с обрабатываемых поверхностей [1, 8].

Относительно новое направление разработки дезинфицирующих средств – композиции на основе растворов пероксида водорода с органическими надкислотами, бактерицидный эффект которых обусловлен своеобразным аутолитическим «взрывом» за счет реакции перекисного окисления липидов, сульфгидрильных и гидроксильных групп белков, нуклеиновых кислот. Производители моющих и дезинфицирующих средств, ориентированные, главным образом, на пищевую и перерабатывающую промышленность, в связи с чем активно ведутся исследования по разработке и производству экологически безопасных, не токсичных, биоразлагаемых и эффективных средств [7].

Из-за санкций, введенных против РФ, произошел отток иностранных производителей и дистрибьюторов эффективных дезинфицирующих средств, которые занимали львиную долю на отечественном рынке средств для санитарной обработки. Это диктует необходимость поиска и разработки внутри страны новых высокоэффективных, экологичных, безопасных дезинфицирующих средств.

В этом плане представляет интерес стабилизированные комбинации перекиси водорода и надмолочной кислоты (НМК) - (СК), которые не обладают резким запахом, при этом не уступая по эффективности НУК. Эти средства обладают антимикробной активностью в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, в том числе бактерий группы кишечных палочек, стафилококков, стрептококков, сальмонелл, а также спорообразующих бактерий, дрожжеподобных грибов и дрожжей, плесневых грибов — специфической микрофлоры предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. СК обладают кумулирующим и сенсибилизирующим действием, по параметрам острой токсичности относятся к 3 классу умеренно опасных веществ по ГОСТ 12.1.007-76. Кроме того, используемая для получения СК молочная кислота относится к природным возобновляемым сырьевым ресурсам [8].

В этой связи ветеринарно-санитарное обоснование применения при водяном охлаждении тушек цыплят-бройлеров растворов СК актуальной задачей.

Целью настоящей работы явилось изучение антимикробных свойств СК и влияние применения ее растворов при водном охлаждении на качество и безопасность мяса птицы.

Работа выполнена в ИЛЦ ВНИИПП. В исследованиях использовали СК, содержащее в своем составе 25,5% перекиси водорода и 5,19% НМК, в качестве тест-культуры – S. typhimurium штамм 13311 (ST).

Изучение бактерицидных свойств СК исследования проводили по Р 4.2.3676-20 [10]. Микробиологические исследования, показатели качества тушек цыплят-бройлеров (ц/б) определяли согласно действующей НД. Тушки ц/б, для изучения эффективности растворов СК при охлаждении искусственно контаминировали ST.

На первом этапе выполнения исследований изучили бактерицидную активность растворов СК с использованием тест-объектов из батистовой ткани (табл. 1).

Таблица 1 – Бактерицидная активность растворов СК по отношению к ST

Экспозиция, мин.	Рост ST					
	Контроль	Концентрация раствора, % (по НМК)				
		0,001	0,005	0,01	0,015	0,02
30	+	+	+	–	–	–
40	+	+	+	–	–	–

Примечание: (+) – наличие роста ST; (–) – отсутствие роста ST.

Как видно из результатов таблицы, инактивацию ST обеспечивают 0,01%-ные растворы при экспозиции 30…60 мин.

Далее изучили дезинфицирующую эффективность растворов СК, для профилактики перекрестного обсеменения ц/б в ванне охлаждения. Для проведения исследований в лабораторных условиях была смоделирована ванна охлаждения. Проводили посевы охлаждающей среды с контрольной (без добавления СК) и опытных емкостей (табл. 2), а также смывы с ц/б до и после их охлаждения (табл. 3).

Как видно из таблицы 2, инактивация ST обеспечивается при применении для охлаждения 0,015…0,03%-ных растворов СК (экспозиции 30...40 мин). Микробная обсемененность в охлаждающей среде при этом, в случае применения 0,015%-ных растворов снижалась с $(7,61±0,31)·10^2$-$(6,53±0,24)·10^2$ КОЕ см^3, при применении 0,02%-растворов – до $(5,82±0,22)·10^2$-$(5,33±0,17)·10^1$, а при 0,03%-ных растворов СК – до единичных колоний.

В таблице 3 представлены результаты исследований влияния растворов СК на микрофлору поверхности ц/б при водяном охлаждении.

Таблица 2 – Влияние растворов СК на микрофлору охлаждающей среды при водяном охлаждении ц/б (n=10)

Экспо-зиция, мин.	Показатели	Контроль	Концентрация растворов СК, % (по НМК)			
			0,01	0,015	0,02	0,03
30	КМАФАнМ*, КОЕ/ см^3	$(3,41±0,09)·10^6$	$(1,42±0,05)·10^3$	$(7,61±0,31)·10^2$	$(5,82±0,22)·10^2$	<10
	ST/25 см^3	+	+	–	–	–
40	КМАФАнМ, КОЕ/ см^3	$(3,41±0,09)·10^6$	$(1,17±0,04)·10^3$	$(6,53±0,24)·10^2$	$(5,33±0,17)·10^1$	<10
	ST/25 см^3	+	+	–	–	–

Примечание:*P<0,05; (+) – наличие роста ST; (–) – отсутствие роста ST.

Таблица 3 - Влияние растворов СК на микрофлору поверхности ц/б при водяном охлаждении (n=10)

Экспо-зиция, мин.	Показатели	Контроль	Концентрация растворов СК, % (по НМК)			
			0,01	0,015	0,02	0,03
30	КМАФАнМ, КОЕ/см^3	(1,73±0,06)·10^5	(7,82±0,31)·10^3	(3,61±0,15)·10^3	(9,62±0,42)·10^2	(6,41±0,28)·10^1
	ST/25 см^3	+	+	+	+	±
40	КМАФАнМ, КОЕ см^3	(1,78±0,06)·10^5	(1,67±0,1)·10^3	(1,17±0,05)·10^3	(4,37±0,19)·10^2	<10
	ST/25 см^3	+	+	+	±	–

Как видно из таблицы 3, использование для охлаждения 0,01-0,02%-ных (экспозиция 30 мин.) и 0,01-0,015%-ных (экспозиция 40 мин.) растворов СК оказалось недостаточно эффективным – ST в смывах с ц/б были выделены во всех случаях исследований.

При использовании 0,02%-ного (экспозиция 40 мин.) и 0,03%-ного (экспозиция 30 мин.) раствора «СК» частота выявления ST на ц/б уменьшалась на 80%, а при экспозиции 40 мин. ST не была выделена ни в одном случае исследований. КМАФАнМ на поверхности ц/б уменьшалось соответственно до (4,37±0,19)·10^2, (6,41±0,28)·10^1 и <10 КОЕ см^3.

Проведенными физико-химическими исследованиями мяса, а также органолептической оценкой бульона (прозрачность, аромат), приготовленного из мяса птицы, охлажденного обычным способом и с использованием 0,03%-ного растворе СК при водяном охлаждении, достоверных различий не установлено. Мясо птицы соответствовало требованиям ГОСТ 31962-2013 [1].

Таким образом, профилактика перекрестного обсеменения ц/б и снижение микробной обсемененности воды в ванне охлаждения обеспечивается при использовании 0,015-0,02%-ных растворов СК, снижение микробной обсемененности поверхности тушек и инактивация сальмонелл при водяном охлаждении обеспечивается при использовании 0,02-0,03%-ных растворов СК при экспозиции 30…40 мин. Мясо птицы после охлаждения с использованием растворов СК соответствует требованиям ГОСТа 31962-2013.

Список литературы

1. Серегин, И.Г. Основные проблемы производственного ветеринарно-санитарного контроля на предприятиях АПК / И.Г. Серегин, Ю.А. Козак, В.Г. Семенов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2021. – Т. 246. – № 2. – С. 202-209.
2. Серегин, И.Г. Нормативные документы в зарубежных страх, регулирующие убой и переработку животных / И.Г. Серегин, Ю.А. Козак, В.Г. Семенов [и др.] // Вестник Чувашского государственного аграрного университета, 2023. – № 4 (27). – С. 162-167.
3. Серегин И. О нормативных документах, регулирующих убой и переработку животных в зарубежных странах / И. Серегин, А. Абдуллаева, Ю. Козак и др. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2024. - №3. – С. 20-27.
4. Alvarado, Chr. Managing poultry water chilling tanks / Chr. Alvarado // Poultry USA. – 2011. – Vol. 12. – 3. – P. 12, 14–15.
5. Kataria, V., et al. Effects of anti-microbial interventions during slaughter // PoultryWorld.net. – 2021, September 10.
6. Зиновьев, С.В. Цетилпиридиний — эффективное средство для снижения микробной контаминации тушек птицы / С.В. Зиновьев, С.С. Козак, В.Н. Темников // Птица и птицепродукты. – 2023. – № 6. – С. 36–39.
7. Салеева И.П. Эффективное дезинфицирующее средство мегаклин перокси для птицеперерабатывающей промышленности / И.П. Салеева, В.Ю. Морозов, Р.О. Колесников и др. // В сборнике: Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли. Материалы XXI Международной конференции. Сергиев Посад. – 2024. – С. 692-695.
8. Матвейчук Ю.В. Надмолочная кислота: синтез, аналитическое определение и применение в дезинфекции / Ю.В. Матвейчук, Д.В. Станишевский // Изв. вузов. Химия и хим. технология. - 2022. - Т.65. Вып. 2. - С. 102-110.
9. Biocidal Effectiveness of Selected Disinfectants Solutions Based on Water and Ozonated Water against Listeria monocytogenes Strains / C. Skowron, E Walecka-Zacharska, K. Grudlewska et al. // Microorganisms. – 2019. May. Vol. 7, iss. 5. – P. 127–143
10. Руководство Р 4.2.3676-20. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: утв. Рук. Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Гл. гос. сан. врачом РФ А.Ю. Поповой 18 декабря 2020 г. – М., 2020. 490 с.
11. ГОСТ 31962-2013. Мясо кур (тушки кур, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия [Текст]. Введ. 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2016. 11 с.

УДК 637.524.5

Пчелкина В.А.
Федеральный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова, г. Москва
Абакумова Д.Д., Удальцов А.С.
Российский биотехнологический университет, г. Москва

ОЦЕНКА ВНУТРИМЫШЕЧНОГО ЖИРА СВИНИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация. Количество внутримышечного жира (ВМЖ) является одним из показателей качества мяса, в том числе свинины. Наиболее широко распространена визуальная оценка, являющаяся субъективной. Применение современных компьютерных программ анализа изображений позволяет проводить объективную оценку его содержания и получать количественные данные по нескольким показателям. Целью данного исследования являлась разработка практических подходов применения компьютерного анализа изображений для оценки содержания ВМЖ в свинине. Были определены основные этапы работы в программе анализа изображений FIJI. В исследуемых образцах *m. L. Dorsi* количество ВМЖ варьировало от 2,79±0,94 до 13,56±1,19 %, при сравнении результатов с данными химического анализа корреляция составила от 0,82 до 0,96. Установлено, что компьютерный анализ изображений является полезным инструментом для неразрушающей и объективной оценки ВМЖ свинины.

Ключевые слова: внутримышечный жир, свинина, «мышечный глазок», компьютерный анализ изображений.

В настоящее время свинина является вторым по частоте потребления мясом в мире, а на ее качество на протяжении всей цепочки производства влияет множество факторов [1]. Количество видимого внутримышечного жира и его распределение влияют на вкусовые характеристики мяса, его сочность, нежность, аромат, и используются потребителями для оценки качества мясных продуктов [2-4]. При этом в последнее время в отношении качества свинины произошел пересмотр взглядов, а учитывая значительную долю ее потребления, возросла и необходимость его контроля. Высокое количество ВМЖ может привести к ухудшению питательных свойств свинины, и, соответственно, потребители могут отказаться от покупки такого сырья, отдав предпочтение менее жирному, в том числе рекомендованному диетологами [1]. В контексте выбора между вкусной и здоровой пищей получение и анализ информации о качестве свинины и количестве в ней ВМЖ важно с точки зрения выбора правильной долгосрочной стратегии для ее производителей.

Оценка содержания внутримышечного жира свинины – сложная задача для мясной отрасли, поскольку его количество зависит от многих экзо- и эндогенных факторов и может варьировать в пределах одной мышцы (*m. L. Dorsi*). Также следует учитывать, что цвет мяса, в отличие от говядины, более светлый, поэтому на результаты визуальной оценки выраженности жировых включений на менее контрастном фоне мышечной ткани сильное влияние будет оказывать субъективное мнение экспертов [5].

В настоящее время для оценки ВМЖ используют различные инструментальные методы, а также спектральный анализ с последующей компьютерной оценкой полученных изображений. Спектроскопия ближнего ИК-диапазона и рамановская спектроскопия были успешно применены для определения содержания внутримышечного жира [6, 7]. Однако, такие подходы дорогостоящи, требуют время на калибровку, не способны предоставить пространственную информацию об обнаруженном объекте из-за ограниченного поля зрения и больше подходят для анализа измельченных образцов, например, фарша [8]. Недавние исследования показали высокий потенциал применения гиперспектральной визуализации при разработке онлайн-систем оценки качества пищевых продуктов. Лаборатория гиперспектральной визуализации в Университете Макгилла разработала различные подходы для измерения баллов мраморности свинины с использованием метода распознавания линейных образов [9].

Визуальная оценка ВМЖ хорошо зарекомендовала себя в мясной промышленности по всему миру, включая США, Японию, Австралию и Корею. Наибольшее количество опубликованных работ посвящено оценке ВМЖ говядины [10, 11]. Во многих странах разработаны шкалы и эталоны для визуальной оценки количества и распределения ВМЖ *m. L. Dorsi* (мраморности) говядины, например Meat Standards Australia (MSA) и AUS-MEAT [12]. Стандарты NPPC на мраморность свинины (NPB (National pork board) Pork Quality Standards, Des Moines, IA, USA (2002)) содержат семь оценок от 1,0 до 6,0 и 10,0, которые отражают оценку содержания внутримышечного жира в «мышечном глазке» *m. L. Dorsi*, при этом оценку проводят также визуально. Однако такая субъективная процедура является непростой и имеет плохую воспроизводимость. Таким образом, для объективного определения показателей количества и распределения ВМЖ свинины практический интерес представляет разработка быстрых и неразрушающих методов, к которым относят компьютерный анализ цифровых

изображений «мышечного глазка». Компьютерный анализ изображений был разработан Японской ассоциацией по оценке качества мяса, является надежным методом выявления ВМЖ и хорошо зарекомендовал себя для оценки качества говядины [13]. Техника визуализации способна предоставлять превосходную пространственную информацию об объекте, а обработка изображений дает количественные данные и последовательно характеризует сложные цветовые, геометрические и текстурные признаки. Сочетание простоты, быстроты и минимальной подготовки образцов или ее отсутствия в настоящее время делает компьютерный анализ изображений одним из популярных методов контроля качества пищевых продуктов.

Целью данного исследования являлась разработка практических подходов применения компьютерного анализа изображений мышечного глазка *m. L. Dorsi* в программе *ImageJ* для оценки содержания ВМЖ в свинине.

Объектами исследования являлись охлажденные образцы *m. L. Dorsi,* полученные от свиней товарного поголовья (N=30). Каждую мышцу разрезали на стейки толщиной 30±2 мм. «Мышечный глазок» фотографировали с двух сторон в трех повторах на темном фоне с использованием цифрового фотоаппарата Canon G-15 (Canon, Япония), исключая блики от освещения. Анализ изображений проводили в программе анализа изображений FIJI (http://fiji.sc/Fiji). Статистическую обработку данных осуществляли в программе STATISTICA 10.0, использовали дисперсионный анализ (ANOVA) с применением критерия Тьюки ($p < 0,05$).

Компьютерный анализ изображений включал в себя последовательные этапы: (1) выделение «мышечного глазка» из изображения всего стейка (проводили вручную, используя инструмент круговой кисти), (2) предварительная обработка (с целью улучшить контраст между жировой и мышечной тканью, убрать шум и неравномерности освещения), (3) сегментация ВМЖ (автоматически, используя вначале перевод RGB-изображения в оттенки серого и создание стека из трёх каналов, а затем функцию *Threshold*) и (4) получение количественных результатов анализа (рис. 1). Точная сегментация ВМЖ является ключевым моментом его объективной оценки, поскольку служит основой последующего количественного анализа. В работе использовали пороговые значения на основе гистограммы уровня серого. В результате получали количество (в %) всех видимых жировых включений относительно площади всего «мышечного глазка».

Исходное изображение | Выделение «мышечного глазка» и предобработка | Перевод изображения в оттенки серого | Сегментация ВМЖ

Рисунок 1 – Этапы работы в программе FIJI для анализа количества ВМЖ

В исследуемых образцах количество ВМЖ варьировало от 2,79±0,94 до 13,56±1,19 %, при сравнении результатов с данными химического анализа корреляция составила от 0,82 до 0,96.

В ходе проведенных исследований было установлено, что в дальнейшей работе по оценке качества свинины для объективной характеристики внутримышечного жира по цифровым изображениям, помимо процентного соотношения площади всех жировых включений к площади «мышечного глазка», целесообразно использовать и другие показатели: общее количество всех жировых включений (total fat number – TFN), их общая площадь (total fat area – TFA), количество мелких (менее 0,5 мм) жировых включений (small fat number – SFN) и их общая площадь (small fat area – SFA). В литературе сообщалось, что для оценки качества говядины также рассчитывают коэффициент мраморности (путем деления TFA на площадь «мышечного глазка») и индекс тонкости (деление количества SFN на площадь «мышечного глазка») [10].

Таким образом, компьютерный анализ изображений является полезным инструментом для неразрушающей и объективной оценки ВМЖ свинины, однако, его широкое применение для проведения анализа в реальном времени в условиях производства требует решения ряда вопросов. В первую очередь это касается разработки универсальных методов сегментации изображений независимо от биологических вариаций образцов. Также требуется совершенствование алгоритмов автоматического подсчета нескольких количественных показателей. В дальнейшей работе для оценки количества ВМЖ планируется использовать интеллектуальные методы и алгоритмы машинного обучения для разработки автоматизированных моделей анализа.

Список литературы

1. Semenova, A. A. Effect of marbling on pork nutritional value / A. A. Semenova, A. S. Dydykin, O. K. Derevitskaya, A. L. Bero, M. A. Aslanova, V. A. Pchelkina, N. E. Soldatova, A. S. Dorokhov // Meat Technology. – №66(3). – P. 448-453. – DOI: https://doi.org/10.18485/meattech.2025.66.3.77
2. Muñoz, I. Computer image analysis for intramuscular fat segmentation in dry-cured ham slices using convolutional neural networks / I. Muñoz, P. Gou, E. Fulladosa // Food Control. – 2019. – №106. – Article 106693. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.06.019
3. Lorido, L. Emotional responses to the consumption of dry-cured hams by Spanish consumers: A temporal approach / L. Lorido, E. Pizarro, M. Estévez, S. Ventanas // Meat Science. – 2019. – №149. – P. 126-133. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.015
4. Morales, R. Factors affecting dry-cured ham acceptability / R. Morales, L. Guerrero, A.P.S. Aguiar, M.D. Guàrdia, P. // Meat Science. – 2013. – №95(3). – P. 652-657. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.012
5. Cannata, S. Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin / S. Cannata, T.E. Engle, S.J. Moeller, H.N. Zerby, A.E. Radunz, M.D. Green, P.D. Bass, K.E. Belk // Meat Science. –2010. – №85(3). – P. 428-434. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.011
6 Fowler, S.M. Prediction of intramuscular fat content and major fatty acid groups of lamb m. Longissimus lumborum using Raman spectroscopy / S.M. Fowler, E.N. Ponnampalam, H. Schmidt, P. Wynn, D.L. Hopkins // Meat Science. – 2015. – №110. – P. 70-75. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.06.016
7 Silva, S. Non-Destructive Imaging and Spectroscopic Techniques for Assessment of Carcass and Meat Quality in Sheep and Goats: A Review / S. Silva, C. Guedes, S. Rodrigues, A. Teixeira // Foods. – 2020. – №9(8). – Article 1074. – DOI: https://doi.org/10.3390/foods9081074
8. Cheng, W. Marbling analysis for evaluating meat quality: Methods and techniques / W. Cheng, J.H. Cheng, D.W. Sun, H. Pu // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2015. – №14. – P. 523-535. – DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12149
9. Liu, L. Objective determination of pork marbling scores using the wide line detector / L. Liu, M. O. Ngadi, S. O. Prasher, C. Gariépy // Journal of Food Engineering. – 2012. – №110(3). – P. 497-504. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.11.008
10. Liu, J. Research on Beef Marbling Grading Algorithm Based on Improved YOLOv8x / J. Liu, L. Wang, H. Xu, J. Pi, D. Wang // Foods (Basel, Switzerland). – 2025. – №14(10). – Article 1664. – DOI: https://doi.org/10.3390/foods14101664
11. Erena, T. Modeling of Ethiopian Beef Meat Marbling Score Using Image Processing for Rapid Meat Grading / T. Erena, A. Belay, D. Hailu, B. G. Asefa, M. Geleta, T.Deme // Journal of imaging. – 2024. –№10(6). – Article 130. – DOI: https://doi.org/10.3390/jimaging10060130
12. Lee, H. J. MSENet: Marbling score estimation network for automated assessment of Korean beef / H. J. Lee, Y. J. Koh, Y. K. Kim, S. H. Lee, J. H. Lee, D. W. Seo // Meat Science. – 2022. – №188. – Article 108784. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108784
13. Lee, B. Comparison of marbling fleck characteristics between beef marbling grades and its effect on sensory quality characteristics in high-marbled Hanwoo steer / Lee B., Yoon S., Choi Y.M. // Meat Science. – 2019. – №152. – P.109-115. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.019

УДК 637.1/.3:004.8.

Малышев И.О., Смирнов А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТА ОТДЕЛА СБЫТА И МАРКЕТИНГА ПРЕДПРИЯТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РАСЧЕТ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКАНСКОГО МОЛОЧНОГО ЗАВОДА

Аннотация. В настоящем исследовании производится оценка экономической эффективности использования генеративной нейросети ChatGPT версии Plus в деятельности специалиста отдела сбыта и маркетинга на примере предприятия молочной промышленности - Республиканского молочного завода. В качестве эмпирической базы исследования используются рыночные данные по оплате труда специалистов маркетингово-сбытового профиля в г. Йошкар-Оле, официальные сведения OpenAI о стоимости подписки ChatGPT Plus, а также официальный курс ЦБ РФ для конвертации долларов США в рубли. Установлено, что использование данного цифрового инструмента целесообразно рассматривать как средство повышения производительности труда специалиста.

Ключевые слова: генеративные нейросети, искусственный интеллект, информационное сопровождение продукции, производительность труда, региональные предприятия.

Современная цифровизация хозяйственной деятельности усиливает интерес предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности к инструментам генеративного искусственного интеллекта, способным ускорять выполнение рутинных и аналитических задач. Для предприятий молочной промышленности это актуально в части подготовки описаний продукции, презентационных

и справочных материалов, текстов для каталогов, а также иных информационных материалов, сопровождающих сбыт продукции. Гипотеза исследования состоит в том, что использование ChatGPT Plus в деятельности специалиста отдела сбыта и маркетинга экономически оправдано даже при минимальной экономии рабочего времени.

Цель исследования – оценить экономический эффект от использования генеративной нейросети ChatGPT версии Plus в деятельности специалиста отдела сбыта и маркетинга на примере Республиканского молочного завода.

Задачи исследования:

1. определить расчетный уровень оплаты труда специалиста маркетингово-сбытового профиля применительно к условиям предприятия переработки молочной продукции;
2. сопоставить полную стоимость труда специалиста и стоимость цифрового инструмента;
3. оценить минимальный объем экономии рабочего времени, при котором использование ChatGPT становится экономически оправданным.

Методы исследования: расчетный метод, сравнительный анализ, сценарный подход, экономическая оценка.

В качестве объекта прикладного рассмотрения выбрано предприятие переработки молочной продукции – Республиканский молочный завод, расположенный в г. Йошкар-Оле. На официальном сайте предприятия представлен широкий ассортимент молочной продукции, а в структуре контактов выделен отдел сбыта и маркетинга. Следует отметить, что само предприятие акцентирует внимание на необходимости донесения до потребителя информации о полезных свойствах продукции и появлении новых видов товаров. В связи с этим использование генеративного ИИ в данном исследовании рассматривается как средство ускорения подготовки информационных материалов, сопровождающих сбыт и продвижение молочной продукции.

Республиканский молочный завод - крупное предприятие по переработке молока в Республике Марий Эл, ведущее свою историю от Йошкар-Олинского молочного комбината, созданного в 1980 г. За время развития предприятие прошло этапы технического переоснащения и организационной трансформации, что позволило сформировать современную производственную базу. В настоящее время завод выступает одним из заметных производителей молочной продукции в регионе и осуществляет поставки как в Республике Марий Эл, так и за ее пределы.

По данным сайта ГородРабот, средняя заработная плата маркетолога в г. Йошкар-Ола составляет 75000 рублей. Для достоверности оценки, поскольку оплата труда находится в широком диапазоне, принято решение использовать три сценария с целью учитывать несколько вариантов зарплатной вилки: нижний, базовый и верхний. Расчет стоимости специалиста отдела сбыта и маркетинга представлен ниже (табл. 1).

Таблица 1 - Расчет стоимости специалиста для компании Республиканский молочный завод, руб.

Наименование	Нижний	Базовый	Верхний
Зарплата специалиста	70000	87500	105000
Стоимость страховых взносов	21000	26250	31500
Стоимость специалиста с учетом взносов	91000	113750	136500
Годовая стоимость специалиста со взносами со стороны работодателя	1092000	1365000	1638000

Источник: составлено автором

По данным ФНС Российской Федерации, единая предельная величина базы для исчисления страховых взносов с 1 января 2026 года в отношении физического лица составляет 2979000 рублей, основная категория плательщиков исчисляет страховые взносы на обязательное пенсионное, социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством, медицинское страховое по общеустановленным единым тарифам в размере 30% в пределах установленной единой предельной величины базы, 15,1% - сверх нее. В связи с чем в настоящем исследовании используется ставка 30% для определения стоимости страховых взносов.

В соответствии с нижним сценарием стоимость оплаты труда с учетом взносов составляет 91000 рублей в месяц и 1092000 рублей в год, в базовом – 113750 рублей в месяц и 1365000 рублей в год, в верхнем – 136500 рублей в месяц и 1638000 рублей в год.

Далее рассмотрим стоимость подписки на генеративную нейросеть ChatGPT версии Plus в качестве инструмента, способного повысить эффективность интеллектуальных операций сотрудника отдела сбыта и маркетинга Республиканского молочного завода (табл. 2).

Таблица 2 - Стоимость подписки на генеративную нейросеть ChatGPT, версия Plus

Наименование	В месяц	В год
Стоимость ChatGPT Plus, в $	20	240
Стоимость ChatGPT Plus, в руб	1581,36	18976,32

Источник: составлено автором

В данном расчете применяется курс ЦБ РФ от 12.03.2026:

$$1\ USD = 79{,}068\ \text{руб} \qquad (1)$$

В соответствии с официальной страницей OpenAI, стоимость месячной подписки на инструмент ChatGPT версии Plus составляет 20 долларов в месяц или 240 долларов в год. С учетом курса ЦБ РФ от 12.03.2026 стоимость в месяц составляет 1581,36 рублей или 18976,32 рублей в год.

Используя норму рабочего времени в месяц в размере 168 часов (или 2016 часов в год, что получено путем перемножения на количество месяцев в году для удобства подсчета), рассчитаем во сколько раз полная стоимость труда анализируемого специалиста превышает стоимость подписки ChatGPT версии Plus (табл. 3).

Таблица 3 - Расчет по годовой оплате труда с учетом взносов и стоимостью подписки ChatGPT версии Plus

Наименование	Нижний	Базовый	Верхний
Во сколько раз дороже	57,55	71,93	86,32

Источник: составлено автором

Таблица 4 - Расчет стоимости работы специалиста в час с учетом взносов и экономии времени при использовании предлагаемого инструмента

Наименование	Нижний	Базовый	Верхний
Стоимость работы сотрудника, в час, с учетом взносов	541,67	677,08	812,50
Экономия, часов	2,92	2,34	1,95

Источник: составлено автором

При использовании нижнего уровня зарплатной вилки стоимость оплаты труда дороже подписки на предлагаемый инструмент в 57,55 раз, при базовом – в 71,93, при верхнем – в 86,32.

Также необходимо рассчитать какой минимальный объем экономии рабочего времени требуется для компенсации стоимости подписки (табл. 4).

Стоимость работы специалиста отдела сбыта и маркетинга предприятия молочной промышленности с учетом взносов в час при нижней рамке заработной платы составляет 541,67 рублей, при базовой – 677,08 рублей, при верхней – 812,5 рублей. Для достижения окупаемости подписки по стоимости работы часов компании Республиканский молочный завод с учетом взносов по нижней рамке составляет 2,92 ч., по базовой – 2,34 ч., по верхней – 1,95 ч.

Полученные результаты исследования не означают, что генеративная нейросеть способна полностью заменить специалиста отдела сбыта и маркетинга предприятия как носителя профессиональной экспертизы, ответственного за стратегические решения, коммуникацию с рынком, итоговый коммерческий результат, однако даже минимальная экономия рабочего времени специалиста делает использование цифрового инструмента в виде генеративной нейросети ChatGPT версии Plus оправданным с позиции экономической эффективности. Результат может быть разным: ускорение подготовки описаний молочной продукции, текстов для каталогов, справочных материалов по ассортименту, ответов на запросы о свойствах продукции, а также презентационных материалов для сопровождения сбыта.

Сравнительный анализ, проведенный в настоящем исследовании, показал, что использование генеративной нейросети ChatGPT Plus на предприятии молочной промышленности во много раз дешевле полной стоимости труда специалиста отдела сбыта и маркетинга. Следовательно, данный инструмент корректно рассматривать как средство повышения производительности труда при подготовке информационных материалов, сопровождающих сбыт и представление молочной продукции, а также как фактор снижения удельных издержек на выполнение части соответствующих функций.

Список литературы

1. Зарплата Маркетолога в Йошкар-Оле за 2025 год, средняя зарплата Маркетолога в Йошкар-Оле // ГородРабот.ру. URL: https://yoshkar-ola.gorodrabot.ru/salaries/marketolog (дата обращения: 13.03.2026).
2. О производстве // Республиканский молочный завод : официальный сайт. URL: https://rmz-12.ru/o-proizvodstve/ (дата обращения: 13.03.2026).
3. Официальные курсы валют на заданную дату, устанавливаемые ежедневно // Банк России : официальный сайт. URL: https://www.cbr.ru/currency_base/daily/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.To=12.03.2026 (дата обращения: 12.03.2026).
4. Республиканский молочный завод : официальный сайт. URL: https://rmz-12.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
5. Установлен единый предельный размер базы для исчисления страховых взносов на 2026 год // ФНС России : официальный сайт. 12.11.2025. URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/news/activities_fts/16577139/ (дата обращения: 12.03.2026).
6. Хачатурян Ю. А. Сверхурочная работа и работа в выходные дни: проблемы применения законодательства // Кадровая служба и управление персоналом предприятия. 2006. № 9. URL: https://delo-press.ru/journals/staff/pravovoe-obespechenie-deyatelnosti/36292-sverkhurochnaya-rabota-i-rabota-v-vykhodnye-dni-problemy-primeneniya-zakonodatelstva/ (дата обращения: 13.03.2026).
7. What is ChatGPT Plus? // OpenAI Help Center. URL: https://help.openai.com/en/articles/6950777-what-is-chatgpt-plus (date of access: 12.03.2026).

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 636.2.034

Абдыкаликова Б.К., Гылка А.С.
Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина
г. Астана

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ САХАРА В РАЦИОНЕ ГОЛШТИНО-ФРИЗСКИХ КОРОВ НА ПОЕДАЕМОСТЬ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния различных источников сахара в рационе голштино-фризских коров на поедаемость и переваримость кормов. Научно-практические опыты проведены в условиях двух племенных хозяйств, различающихся по технологии кормления и организации производства. В опытных группах коров в состав основного рациона дополнительно вводили различные источники сахара, в то время как животные контрольных групп получали общехозяйственный рацион без добавок. В ходе исследования изучались показатели поедаемости кормов и переваримости питательных веществ рациона. Полученные результаты позволили оценить эффективность использования различных сахаристых компонентов в кормлении дойных коров и обосновать целесообразность их применения для повышения использования кормов и продуктивности животных..

Ключевые слова: молочное скотоводство, голштино-фризская порода, кормление коров, источники сахара, зерновая патока, минеральный лизунец, поедаемость кормов, переваримость кормов

Полноценное и сбалансированное кормление дойных коров является ключевым фактором, определяющим уровень молочной продуктивности, состояние обмена веществ и эффективность использования кормов. Особое значение в структуре рационов высокопродуктивных коров, в том числе голштино-фризской породы, имеет обеспечение оптимального уровня легкоусвояемых углеводов, прежде всего сахаров, которые играют важную роль в процессах рубцового пищеварения и синтеза микробного белка.

По данным Гусарова И.В. и Обряевой О.Д. (2021), сбалансированность рационов по энергии, протеину и углеводам способствует улучшению общего обмена веществ и повышению молочной продуктивности коров на 10–15 %. Авторы подчёркивают, что дефицит сахаров в рационе снижает эффективность использования протеина и ухудшает переваримость кормов вследствие нарушения микробиологических процессов в рубце [3].

Романенко Л. (2019) отмечает, что особенно важным является корректное нормирование углеводного питания в зависимости от фазы лактации. В период раздоя и начала лактации адекватное обеспечение коров сахарами способствует повышению поедаемости сухого вещества рациона и стабилизации состава молока, что связано с улучшением энергетического баланса и активизацией рубцовой микрофлоры [9].

Исследования, проведённые Рожковой-Тиминой И.О. (2022), показали, что рациональное кормление в лактационный период с соблюдением баланса между протеином и углеводами оказывает положительное влияние на последующую молочную продуктивность и использование питательных веществ корма. У коров, получавших сбалансированные рационы, отмечалось повышение переваримости органического вещества и клетчатки, а также увеличение удоев на 12,4 % [10].

Особое внимание в научных исследованиях уделяется сахаро-протеиновому отношению в рационе. По данным Нургалиевой Г.Т. и соавторов (2020), оптимальное соотношение сахара и протеина способствует повышению активности микрофлоры рубца, улучшению переваримости кормов и снижению метаболического стресса у дойных коров [8]. Аналогичные выводы представлены в работах Зайцева А.В. (2020), который указывает, что оптимальное сахаро-протеиновое отношение в пределах 0,9–1,2:1 обеспечивает максимальную эффективность использования питательных веществ и положительно влияет на поедаемость рационов [4].

В ряде исследований рассматривается влияние конкретных источников сахара на продуктивность и физиологическое состояние коров. Козлов В.П. и соавторы (2019) установили, что включение в рацион таких источников легкоусвояемых углеводов, как свекловичная патока и кормовая свёкла, улучшает энергетическое обеспечение организма, повышает поедаемость кормов и способствует росту молочной продуктивности на 8–12 % [5]. Мещерякова Н.Г. (2021) также отмечает,

что использование свекловичного жома и кормовой свёклы способствует нормализации азотистого обмена и повышению переваримости сухого вещества и клетчатки рационов [7].

Работы казахстанских исследователей подтверждают важность использования углеводных компонентов в кормлении дойных коров. Батыргалиев Е. и соавторы (2021) показали, что при использовании высококачественных кормов и корректировке рационов с учётом содержания сахаров надои увеличивались на 15–18 %, а себестоимость производства молока снижалась на 7–10 % [2]. Аманова Б.С. и коллеги (2022) отмечают, что применение сбалансированных рационов с включением энергетических и минеральных добавок способствует улучшению иммунного статуса животных и повышению эффективности использования кормов [1].

Зарубежные исследования также подтверждают положительное влияние оптимального углеводного питания на поедаемость и переваримость кормов. Smith et al. (2018) установили, что рационы с оптимальным содержанием сахаров способствуют увеличению потребления сухого вещества и улучшению переваримости органических веществ у высокопродуктивных коров [15]. Johnson and Thompson (2019) отмечают, что сбалансированное углеводное питание снижает риск метаболических нарушений и повышает эффективность рубцового пищеварения, что положительно отражается на молочной продуктивности и состоянии здоровья животных [14].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности кормления голштино-фризских коров в условиях роста стоимости кормов и ограниченных ресурсов углеводсодержащих компонентов. Рациональное использование различных источников сахара позволяет оптимизировать сахаро-протеиновое соотношение, улучшить рубцовое пищеварение, повысить поедаемость сухого вещества и переваримость основных питательных веществ рационов

Несмотря на широкое применение сахаристых кормов в практике молочного животноводства, сравнительная оценка влияния различных источников сахара на поедаемость и переваримость кормов у голштино-фризских коров в условиях конкретных хозяйств Республики Казахстан остаётся недостаточно изученной. В этой связи проведение исследований, направленных на обоснование оптимального выбора и уровня включения сахаристых компонентов в рационы дойных коров, является своевременным и практически значимым.

Цель работы. Изучить влияние различных источников сахара в рационе голштино-фризских коров на поедаемость и переваримость кормов.

Объекты исследования. Научно-практические исследования проводились на базе двух племенных хозяйств молочного направления республики казахстан — ао «астана-өнім» и тоо «ен-дала», специализирующихся на разведении крупного рогатого скота голштино-фризской породы. Выбор хозяйств обусловлен высоким уровнем организации производства, наличием племенного поголовья и применением современных технологий содержания и кормления дойных коров.

Объектом исследования являлись дойные коровы голштино-фризской породы. В каждом хозяйстве были сформированы контрольная и опытная группы животных. В ао «астана-өнім» каждая группа включала по 30 коров, в тоо «ен-дала» — по 15 коров. Отбор животных проводился по принципу аналогов с учётом возраста, живой массы, уровня молочной продуктивности и жирности молока, что обеспечивало однородность групп и достоверность результатов.

Методика исследования. Коровы контрольных групп получали основной рацион, принятый в хозяйствах, включающий грубые, сочные и концентрированные корма и соответствующий физиологическим потребностям животных.

В опытной группе АО «Астана-Өнім» дополнительно использовали минеральный блок-лизунец, содержащий сахара (236 г/кг продукта), а также макро- и микроэлементы. Лизунец предоставлялся животным в свободном доступе и рассматривался как дополнительный источник легкоусвояемых углеводов, способствующий улучшению обменных процессов и повышению поедаемости кормов.

В ТОО «Ен-Дала» в опытной группе в качестве источника сахара применяли зерновую патоку (мелассу), полученную из зерновых культур. Зерновую патоку скармливали из расчёта 4,0 л на одну корову в сутки, добавляя в кормосмесь или используя для полива грубых кормов. Содержание сахаров в продукте составляло 150–200 г/л, что позволяло удовлетворить потребность животных в легкоусвояемых углеводах, повысить поедаемость рационов и снизить долю концентрированных кормов до 20–25 %.

Следует отметить, что при расчёте сахаро-протеинового отношения учитывалось содержание сахара только в составе основного рациона. Дополнительные источники сахара, используемые в опытных группах, а именно минеральный лизунец с содержанием сахара 236 г/кг и зерновая патока, в расчёт рациона не включались.

Это связано с тем, что потребление лизунца носит индивидуальный характер и не поддаётся точному учёту, вследствие чего невозможно определить фактическое количество поступившего сахара на одну голову. В ТОО «Ен-Дала» зерновая патока задавалась в количестве 4 л на одну корову в сутки при содержании сахара около 150 г/л, однако данный показатель учитывался как дополнительный источник сахара, а не как часть основного рациона.

Таким образом, различие опытов заключалось в использовании различных источников сахара — минерального лизунца с сахаром и зерновой патоки, что позволило оценить их влияние на поедаемость и переваримость кормов у дойных коров в условиях разных хозяйст.

Дойные коровы в период раздоя получают основной рацион, соответствующий хозяйственному рациону (таблица 1). Животные опытной группы дополнительно получают минеральный лизунец в АО «Астана-Өнім» или зерновую патоку в ТОО «Ен-Дала», предоставляемый в свободном доступе.

Таблица 1 - Рационы кормления подопытных животных АО «Астана-Өнім» в ходе опыта

№	Корма	Группы					
		контрольная			Опытная		
		Раздой (удой 30.0 кг, жирность 3,8%)	100-200 дней лактации (удой 28.0 кг, жирность 3,8%)	200-300 дней лактации (удой 14л, жирность 3,9%)	Раздой (удой 30.0 кг, жирность 3,8%)	100-200 дней лактации (удой 28.0 кг, жирность 3,8%)	200-300 дней лактации (удой 14л, жирность 3,9%)
1	Сено злаково-бобовое,кг	3,0	2,0	1,0	3,0	2,0	1,0
2	Сенаж злаково-бобовое, кг	12	8,0	-	12	8,0	-
3	Силос кукурузный, кг	20	18,0	10,0	20,0	18,0	10,0
4	Трава луговая	-	10	25,0	-	10	25.0
5	Ячмень, кг	5,5	6,0	4,0	5,5	6.0	6,0
6	Кукуруза, кг	1,0	-	-	1,0	-	-
7	Шрот, кг	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	4,0
8	Мел	Свободный доступ					
9	Соль						
В рационе:							
К.ед		23,4	20,6	13,6	23,4	20,6	13,6
СВ, кг		22,9	21,6	18,0	22,9	21,6	18,0
Переваримый протеин, г		3528	3228	1319	3528	3228	1319
Клетчатка, г		4907	4884	4771	4907	4884	4771
Жир, г		743	680	654	743	680	654
Сахар, г		741	802	711	741	802	711
Поваренная соль,г		158	142	86	158	142	86
Кальций, г		162	145	97	162	145	97
Фосфор, г		123	171	59	123	171	59
Каротин, мг		652	811	1090	652	811	1090

В хозяйстве используется концентратно-сочный тип кормления, при котором доля концентрированных кормов в рационе составляет более 50,0%. Расход концентратов на каждый литр молока не превышает 359 г. Сахаропротеиновое соотношение находится в пределах оптимальных значений благодаря использованию минерального блока-лизунца в опытной группе и ниже нормы — в контрольной группе. Соотношение кальция к фосфору составляет 0,8:1.

Кормовой баланс хозяйства в целом является богатым: ежегодно заготавливают 1,5–2,0 нормы от потребности, чтобы не зависеть от погодных условий. Как видно из таблицы, по сезонам года с учётом удоя и физиологического состояния животных в рацион плавно вносятся изменения, направленные на поддержание хорошего аппетита и поедаемости кормов (таблица 2).

Таблица 2 - Рационы кормления подопытных животных ТОО «Ен-Дала»

№	Корма	Группы					
		контрольная			опытная		
		Раздой (удой 28.0 кг, жирность 3,8%)	100-200 дней лактации (удой 24.0 кг, жирность 3,8%)	200-300 дней лактации (удой 12.0 кг, жирность 3,8%)	Раздой (удой 28.0 кг, жирность 3,8%)	100-200 дней лактации (удой 24.0 кг, жирность 3,8%)	200-300 дней лактации (удой 12.0 кг, жирность 3,8%)
1	Сенаж злаково-бобовое, кг	25	15	5,0	25	15	5,0
2	Трава	-	15	25,0	-	15	25,0
3	Ячмень, кг	6	3,5	4,0	6,0	3,5	4,0
4	Кукуруза, кг	1	2,0	-	1	2,0	-
5	Шрот		0,8	-	3,3	0,8	-
6	Патока	-			4,0	4,0	4.0
7	Соль	Свободном доступе					
8	Мел						
В рационе:							
	К.ед	20,3	16,7	14,3	21,88	16,7	14,3
	СВ, кг	20,5	19,0	16,8	20,5	19,0	16,8
	Переваримый протеин, г	2325	1536	1260	2325	1536	1260
	Клетчатка, г	5668	4792	4766	5668	4792	4766
	Жир, г	965	763	525	965	763	525
	Сахар, г	1500	537	678	2100	1137	1278
	Поваренная соль,г	150	126	78	150	126	78
	Кальций, г	184	99	72	184	99	72
	Фосфор, г	176	63	45	176	63	45
	Каротин, мг	625	936	1000	625	936	1000

Рацион кормления животных опытной группы отличался от рациона контрольной группы дополнительной дачей зерновой патоки в количестве 4,0 литра.

Животные контрольной группы получали стандартный хозяйственный рацион, сформированный по общепринятым нормам. Несмотря на то что рацион в целом был сбалансирован по основным питательным веществам, соотношение сахаров к протеину в нём оказалось ниже оптимальных значений и составляло 0,8:1. Это указывает на недостаточное содержание легкоусвояемых углеводов при достаточном уровне протеина, что может снижать эффективность его использования в рубце.

В то же время у животных, получавших зерновой концентрат в виде ЭНСИ, соотношение сахаров к протеину достигало 1,1-1,2:1, что близко к физиологически оптимальному уровню и способствует более полному усвоению питательных веществ.

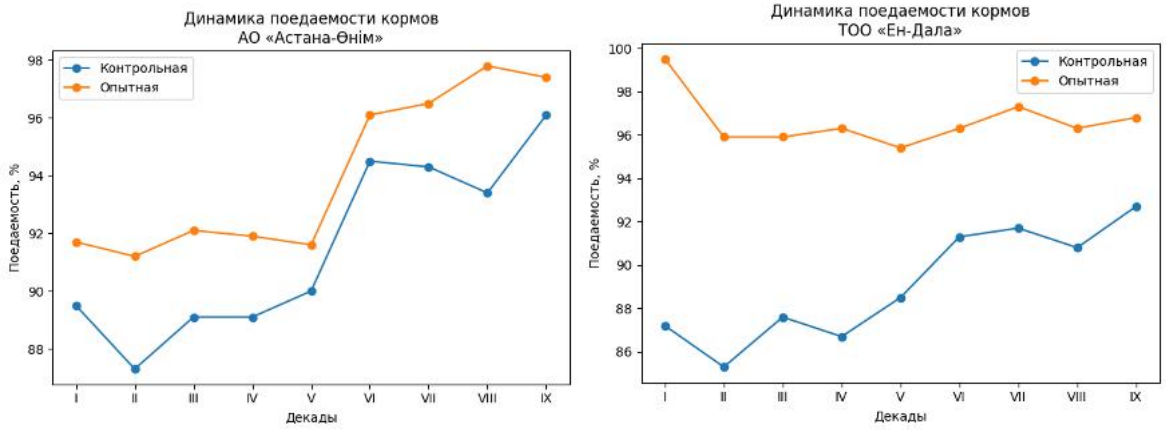
Применяемый в исследуемом хозяйстве тип кормления — концентратно-сочный, что соответствует направленности на молочное производство. При этом удельный расход концентратов на производство одного килограмма молока составил 368 г, что является оптимальным показателем для данного типа кормления и уровня продуктивности коров.

В целом набор кормов в хозяйстве ограничен: зимний рацион состоит только из сенажа злаково-бобовых культур.

В ходе опыта, с целью оценки поедаемости кормов в обоих хозяйствах один раз в декаду проводился контроль состояния кормового стола

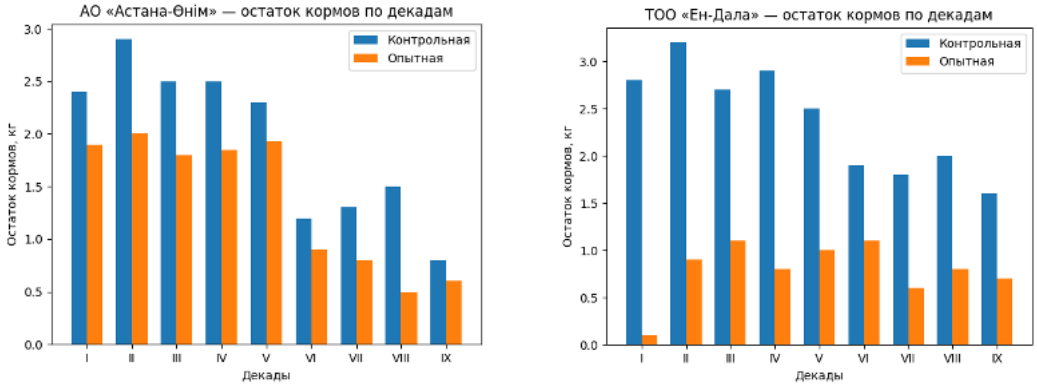
Для этого через три часа после раздачи корма визуально оценивалось наличие остатков кормовой смеси на кормовом столе, что позволяло определить предпочтения животных к отдельным компонентам рациона. Спустя шесть часов после кормления остатки корма полностью собирались и

подвергались взвешиванию. Данный подход позволял определить фактическое потребление кормов животными и уровень их рационального использования (Рисунок 1,2).



а — АО «Астана-Өнім» *б — ТОО «Ен-Дала»*

Рисунок 1 - **Поедаемость кормов подопытными животным**



а — АО «Астана-Өнім» *б — ТОО «Ен-Дала»*

Рисунок 2 - Остаток кормов кормов подопытными животным

Представленные на рисунках данные свидетельствуют о достаточно высокой поедаемости кормов в рамках используемого хозяйственного рациона. Однако следует отметить, что поедаемость кормов в АО «Астана-Өнім» оказалась на 2,38% выше по сравнению с ТОО «Ен-Дала» . Вероятным объяснением данной разницы может служить более низкое качество сенажа, использованного в ТОО «Ен-Дала», а также повышенное содержание клетчатки в рационе животных данного хозяйства. Избыточное количество грубой клетчатки, особенно нейтрально-детергентной (NDF), отрицательно влияет на скорость прохождения пищи через желудочно-кишечный тракт и снижает переваримость рациона в целом. Это, в свою очередь, ухудшает поедаемость и ограничивает доступ животных к необходимым питательным веществам, что также подтверждается данными ряда авторов (Малигин В.Н., 2015; Хрисанфов А.И. и др., 2018), согласно которым оптимизация структуры рациона за счёт улучшения качества сенажа и регулирования уровня клетчатки способствует увеличению потребления сухого вещества и общей продуктивности животных [6,11].

При этом следует отметить, что поедаемость кормов в опытных группах обоих хозяйств также была выше по сравнению с контрольными. Так, в АО «Астана-Өнім» увеличение составило 2,5%, а в ТОО «Ен-Дала» — 7,5%. Такая разница, прежде всего, обусловлена способом введения сахаросодержащих компонентов в рацион. В ТОО «Ен-Дала» корма дополнительно обрабатывались зерновой патокой, что положительно сказалось на вкусовых качествах кормосмеси и стимулировало активную поедаемость. В АО «Астана-Өнім» сахар вводился в виде лизунца, что обеспечило менее выраженный эффект. Разница в поедаемости между опытной и контрольной группами в этом хозяйстве составила не более 2,5%.

Научные исследования подтверждают, что включение в рацион патоки или других быстроусвояемых углеводов способствует улучшению поедаемости кормов. Так, Broderick и Radloff

(2004) установили, что добавление патоки до 5–6% от сухого вещества рациона повышает потребление корма и общую продуктивность коров[13]. Кроме того, в исследованиях, проведённых на базе кормления высокосенажными рационами, установлено, что жидкие добавки на основе молассы улучшают вкусовые качества кормов, снижают селективность при поедании и способствуют более равномерному потреблению всех компонентов рациона (Van Soest, 1994; Azzaghi et al., 2020)[16, 12]. Эти данные подтверждают полученные в ходе исследования результаты: повышение поедаемости в опытной группе ТОО «Ен-Дала», где использовалась зерновая патока, было значительно выше по сравнению с АО «Астана-Өнім», что указывает на эффективность данного приёма в условиях практического молочного животноводства

Для оценки переваримости кормов и степени измельчения компонентов кормосмеси каждые десять дней в обоих хозяйствах проводился анализ с использованием Пенсильванского ситового теста. Эта методика позволяла объективно оценить структуру рациона, степень измельчения корма, а также селективность поедания кормов. Оценка проводилась как по непосредственно раздаваемой кормосмеси, так и по остаткам, что позволяло судить о сбалансированности и привлекательности рациона.

На практике анализ проводится с использованием Пенсильванского сепаратора, представляющего собой набор из трёх сит и поддона для сбора мелких частиц. Стандартный комплект включает верхнее сито с отверстиями более 19 мм, среднее — 8–19 мм, нижнее — 1,18–8 мм, а также поддон для частиц менее 1,18 мм. Для исследования отбирают пробу кормосмеси или навоза массой 500–1000 г, которую помещают на верхнее сито и встряхивают сепаратор в горизонтальном и вертикальном направлениях в соответствии с методикой.

После рассева остатки на каждом сите взвешивают и определяют процентное соотношение частиц по фракциям. Оценка результатов проводится по ориентировочным нормативам: на верхнем сите должно оставаться менее 10% массы, на среднем — 30–50%, на нижнем — 30–40%, а в поддоне — не более 20%. Превышение доли крупных частиц указывает на недостаточное измельчение кормов, а избыток мелкой фракции — на риск нарушения рубцового пищеварения. Таким образом, Пенсильванский ситовой тест позволяет оперативно оценивать структуру рационов и прогнозировать эффективность переваривания кормов у жвачных животных.

Дополнительно, каждые десять дней перед утренней дойкой проводили отбор кала у одних и тех же животных — по пять коров из опытной и контрольной групп, всего у десяти коров, отобранных как анатомо-физиологические аналоги. Пробы фекалий отбирались из прямой кишки с соблюдением санитарных норм, в объёме около 500 граммов на каждую корову. При этом первая порция экскрементов удалялась, а отбор проводился из средней части каловой массы. Полученные образцы тщательно перемешивались, затем отбиралась средняя проба, которую промывали 40 литрами чистой воды для отделения непереваренных остатков (рисунок 3).

Рисунок 3 - Анализ с использование пенсельванского сепаратора

Эти показатели служили дополнительными критериями для оценки эффективности рациона и технологии его подготовки (Таблица 3).

Таблица 3 - Поедаемость кормов подопытными животными

№	Периоды лактации	АО					ТОО				
		Сухое вещество рационе, кг	Контрольная		Опытная		Сухое вещество рационе, кг	Контрольная		Опытная	
			Остаток, кг	Поедаемость, %	Остаток, кг	Поедаемость, %		Остаток, кг	Поедаемость, %	Остаток, кг	Поедаемость, %
1	1-100	22,9	1,9	91,48	1,3	94	20,5	2,37	89,1	0,8	96.6
2	101-200	20,6	0,6	97,4	0,4	98,3	19,0	1,1	95,0	0,8	91,7
3	201-до запуска	13,6	0,2	99,1	-	100	16,8	0,4	96,3	1,0	99,5
В среднем			0,9	96,0	0,6	97,4		1,3	93,5	0,6	95,9

Результаты Пенсильванского ситового анализа кормосмесей, полученные в течение трёх месяцев исследования, показывают, что структура рациона в контрольных группах обоих хозяйств характеризуется относительно высоким содержанием крупной фракции (>19 мм) и средним уровнем мелких частиц (<8 мм). В опытных группах, где дополнительно применялись сахаросодержащие добавки, наблюдалось улучшение распределения частиц по фракциям и повышение равномерности рациона, что, в свою очередь, косвенно свидетельствует о его лучшей переваримости и физиологической полноценности.

Так, в АО "Астана-Өнім" при использовании лизунца в качестве источника сахара, среднее содержание крупной фракции в опытной группе составило 14,0% против 15,9% в контрольной, что указывает на снижение доли плохо измельчённых компонентов. Также наблюдается незначительное снижение средней доли средней фракции (20,8% против 23,9%) и снижение доли мелкой фракции (50,6% против 54,7%), что говорит о более сбалансированной структуре рациона, хотя изменения носят умеренный характер.

В то же время, в ТОО "Ен-Дала", где использовалась зерновая патока, улучшение структуры рациона было более выраженным. В опытной группе содержание крупной фракции снизилось до 14,0% по сравнению с 17,4% в контрольной, содержание средней фракции уменьшилось (22,9% против 26,1%), а доля мелкой фракции также снизилась до 52,8% против 57,0% в контроле. Эти изменения свидетельствуют о более равномерном распределении частиц и повышении однородности кормосмеси, что особенно важно при повышении содержания легкодоступных углеводов в рационе.

Таким образом, можно заключить, что добавление сахаросодержащих компонентов в рацион, особенно в виде зерновой патоки, оказывает положительное влияние на физико-структурные характеристики кормосмеси. Наиболее выраженные положительные изменения зафиксированы в опытной группе ТОО "Ен-Дала", где зерновая патока улучшила однородность корма, снизила долю крупной фракции и способствовала более эффективному потреблению корма животными. Это подтверждает, что применение сахаров в жидкой форме (зерновая патока) более эффективно влияет на структуру рациона и следовательно, на его усвояемость, по сравнению с лизунцами. Полученные результаты также соответствуют научным данным о влиянии сахаров на стимулирование потребления кормов и улучшение рубцовой ферментации.

Проведённое исследование показало, что включение сахаросодержащих компонентов в рацион дойных коров положительно влияет на структуру кормосмеси, её поедаемость и потенциальную переваримость. Однако степень этого влияния во многом зависит от формы введения сахара в рацион.

В АО "Астана-Өнім", где в опытной группе использовался лизунец как источник сахара, структура кормосмеси по результатам Пенсильванского ситового анализа изменилась незначительно. Наблюдалось умеренное снижение доли крупной фракции и некритичные изменения по остальным фракциям. Это может быть связано с ограниченной доступностью сахара в твердой форме и низким уровнем его фактического потребления животными. Аналогичные выводы представлены в работах А.И. Хрисанфова (2018), где подчёркивается, что эффективность использования сахаров в кормлении зависит не только от их количества, но и от формы включения в рацион[11].

В то же время, в ТОО "Ен-Дала", где в опытной группе использовалась зерновая патока, влияние на структуру рациона было более выраженным. Отмечено значительное снижение доли крупной фракции, выравнивание структуры и снижение вариабельности по фракциям. Это указывает на улучшенную гомогенность и повышенную усвояемость корма. Использование жидкой формы сахара способствует лучшему распределению его по массе кормосмеси, повышает вкусовые

качества и стимулирует активность рубцовой микрофлоры. Эти данные согласуются с результатами исследований В.Н. Малигина (2015), где подчёркивается важность применения легкоусвояемых углеводов для повышения продуктивности жвачных животных и оптимизации рубцового пищеварения[6].

Таким образом, на основе анализа данных Пенсильванского ситового теста можно заключить, что зерновая патока обладает более высокой эффективностью как источник сахара в сравнении с лизунцами. Она обеспечивает лучшее распределение компонентов в кормосмеси, способствует равномерному потреблению корма, улучшает его переваримость и повышает биологическую полноценность рациона. Учитывая результаты практического опыта и научные данные, использование зерновой патоки как легкоусвояемого углевода представляется целесообразным направлением повышения эффективности молочного животноводства в условиях Казахстана.

Таблица 4 - Поедаемость кормов у коров в разные периоды лактации в зависимости от источника сахара (минеральный лизунец и зерновая патока)

№	Периоды лактации	Лизунец, % (n=30)	Патока, % (n=15)	Δ (%)
1	0-100	94,4±0,44	96,6±0,51	+2,2
2	101-200	98,3±0,37	91,7±0,48	-6,6
3	201-305	100,0 ±0,52	99,5±0,39	-0,5
4	В среднем	97,4±0,44	95,9±0,44	-1,7

Анализ поедаемости кормов у коров в зависимости от источника сахара показал неоднозначные изменения по периодам лактации. В первые 100 дней лактации поедаемость кормов у животных, получавших зерновую патоку, была выше на 2,2 % по сравнению с группой, получавшей минеральный лизунец, что может свидетельствовать о повышении вкусовой привлекательности рациона и энергопоступления в ранний период лактации. Однако во втором периоде (101–200 дней) поедаемость в группе с патокой оказалась ниже на 6,6 %, а в третьем (201–305 дней) различия были минимальными (−0,5 %). В среднем за весь период лактации поедаемость кормов в группе с минеральным лизунцом была выше на 1,7 % (таблица 4).

Полученные данные отражают тенденции поедаемости кормов, но не позволяют однозначно утверждать о причинной зависимости от источника сахара, поскольку проведённый опыт включал две раздельные популяции животных в различных хозяйствах с возможным влиянием других факторов содержания и кормления.

Результаты других исследований показывают, что включение сахаров, в том числе мелассы (патоки), в рацион может влиять на поедаемость и поведение кормопотребления у дойных коров. Так, в экспериментах с добавлением сахаросодержащего кормового компонента (мелассы) отмечали увеличение сухого вещества поедаемого корма (DMI) и улучшение стабильности потребления рациона, что сопровождалось увеличением среднесуточной поедаемости и тенденцией к повышению продуктивности у коров в период лактации и переходной период (без изменения энергетической эффективности) — это подтверждает влияние сладких компонентов на кормопотребление у жвачных животных.

Анализ исследовательских работ по данному вопросу указывают, что включение сахаросодержащих компонентов, таких как меласса, в рацион дойных коров может усиливать потребление сухого вещества и уменьшать сортировку кормов (DeVries & Gill, 2012; Broderick & Radloff, 2004). Однако эффект зависит от уровня включения и условий кормления: при умеренном включении мелассы влияние на потребление не всегда статистически значимо (Litherland et al., 2013). Аналогичные результаты были получены при использовании соевой мелассы, что свидетельствует о положительном влиянии легко усваиваемых углеводов на микробную активность рубца и продуктивность коров (Vallimont et al., 2004).

В практическом животноводстве важное значение имеет определение переваримости кормов. В хозяйственных и лабораторных условиях для оценки переваримости часто используют пенсильванскую ситу. Методика включает следующие этапы:

1. Подготовка образца корма: корм измельчают до стандартного размера (обычно 1–2 мм) и взвешивают определённое количество сухого вещества (0,5–1,0 г).
2. Помещение на сито: образец помещают на пенсильванскую ситу с ячейками стандартного размера (обычно 0,5 мм).
3. Обработка ферментным раствором: сито погружают в буферный ферментный раствор (например, ферменты рубца или смесь ферментов с буфером), поддерживая температуру 39 °C, что имитирует температуру рубца.
4. Инкубация: образцы инкубируют в течение 24–48 часов при постоянном перемешивании или встряхивании, за это время ферменты расщепляют перевариваемые компоненты корма.
5. Промывка и взвешивание: после инкубации сито промывают для удаления растворённых и переваренных веществ. Остаток корма высушивают и взвешивают для расчёта переваримости.

Расчёт переваримости:

$$ПСВ\ (\%) = \frac{МИСВ - МОПФ}{МИСВ} \times 100\%, \text{ где}$$

ПСВ- переваримость сухого вещества, %
МИСВ – масса исходного сухого вещества
МОПФ- масса остатка после ферментации.

Таблица 5 - Остаток и переваримость корма по периодам лактации, (масса исходного сырья – 500 г)

Периоды лактации	АО “Астана-Өнім”				ТОО “Ен Дала”			
	Группы							
	Контрольная		Опытная		Контрольная		Опытная	
	Остаток, г	Переваримость, %	Остаток, г	Переваримос, %	Остаток, г	Переваримос, %	Остаток, г	Переваримос, %
100	79	84,2	68	86,4	93	81,4	74	85,2
101-200	83	83,3	74	85,2	103	79,4	71	84,1
201-до запуска	91	81,8	82	83,6	107	78,6	85	83,0
В среднем	84,3	83,1	74,7	85,1	100,3	79,8	76,7	84,7

Таблица 6 - Переваримость кормов (%) у коров в разные периоды лактации в контрольной и опытной группах по хозяйствам

№	Период лактации	АО «Астана-Өнім»			ТОО «Ен Дала»		
		Контроль	Опытная	Δ (%)	Контроль	Опытная	Δ (%)
1	0-100	84,2±1,21	86,4±1,41	+2,2	81,4 ±1,44	85,2±1,10	+3,8
2	101-200	83,3±1,21	85,2±1,41	+1,9	79,4 ±1,44	84,1±1,10	+4,7
3	201-до запуска	81,8±1,21	83,6±1,41	+1,8	78,6 ±1,44	83,0±1,10	+4,4
В среднем		83,1±1,21	85,1±1,41	+2,0	79,8 ±1,44	84,1±1,10	+4,3

Анализ представленных материалов свидетельствует, что внутри каждого хозяйства опытные группы коров, получавшие экспериментальные кормовые добавки с источниками сахара, показали тенденцию к более высокой переваримости кормов, чем контрольные группы. В АО «Астана-Өнім» переваримость в опытной группе была выше на +1,8–2,2 % по периодам лактации, в среднем +2,0 %, а в ТОО «Ен Дала» — на +3,8–4,7 %, в среднем +4,3 %. Такая тенденция может указывать на положительное влияние источников легкоусвояемых углеводов на переваримость кормов, однако статистических тестов на достоверность различий не было выполнено, поэтому выводы носят описательный характер.

При сравнении опытных групп между хозяйствами также наблюдается разница: средняя переваримость кормов в опытной группе ТОО «Ен Дала» была несколько выше, чем в опытной группе АО «Астана-Өнім». Хотя это может отражать влияние различных источников сахара (зерновой патоки и минерального лизунца соответственно), разницу необходимо интерпретировать с осторожностью, поскольку условия содержания, состав рациона и другие факторы могли также повлиять на результат.

Более высокие показатели переваримости в группах с сахаросодержащими добавками согласуются с зарубежными данными, согласно которым добавление мелассы (патоки) в рацион однократно способствовало увеличению потребления сухого вещества и привело к повышению переваримости сухого вещества у дойных коров. Broderick и Radloff показали, что добавление мелассы увеличивало переваримость сухого вещества на 4,2 % по сравнению с контролем при 12 % включении (эффект DMI и digestibility) . DeVries и Gill наблюдали, что применение жидких кормов на основе мелассы снижало сортировку и способствовало увеличению потребления кормов, что может косвенно повышать эффективность ферментации и переваримости .

Также исследования указывают, что сахаристые компоненты рациона обеспечивают дополнительную энергию для микробной активности рубца, что может способствовать лучшему расщеплению клетчатки и органических веществ, хотя эффект зависит от уровня включения и состава рациона.

Несмотря на эти данные, влияние источников сахара на переваримость кормов не является однозначно подтверждённым во всех условиях. Разные исследования отмечают, что результаты могут варьировать в зависимости от условий кормления, уровня включения сахаров и общего состава рациона. При этом ваша работа демонстрирует тенденцию к повышению переваримости при

использовании экспериментальных источников сахара, но не позволяет утверждать достоверность различий без статистической обработки данных.

Вывод. Проведённые исследования показали, что включение различных источников сахара в рационы дойных коров положительно влияет на поедаемость и переваримость кормов на протяжении всей лактации. Использование минерального лизунца в условиях АО «Астана-Өнім» и зерновой патоки в ТОО «Ен-Дала» способствовало улучшению вкусовых качеств кормосмесей и их структурных характеристик, что обеспечивало более равномерное и полное потребление сухого вещества.

Установлено, что в группах, получавших дополнительный источник сахара, поедаемость кормов была выше по сравнению с контрольными группами. В АО «Астана-Өнім» поедаемость сухого вещества в контрольной группе составляла в среднем около 96,0 %, тогда как в опытной группе — около 97,4 %, что выше на 1,4 %. В ТОО «Ен-Дала» аналогичный показатель в контрольной группе находился на уровне около 93,5 %, а в опытной группе — около 95,9 %, что превышает контроль на 2,4 %.

Таким образом, различия в поедаемости кормов наблюдались не только между хозяйствами, но и между группами внутри каждого хозяйства. При этом в обоих хозяйствах опытные группы характеризовались более высокой поедаемостью кормов по сравнению с контрольными, что указывает на положительное влияние введения сахаросодержащих компонентов в рацион.

Наиболее выраженный эффект отмечен в ТОО «Ен-Дала», где в качестве источника сахара применялась зерновая патока. Повышение поедаемости в данной опытной группе было более значительным по сравнению с АО «Астана-Өнім», где использовался минеральный лизунец, что свидетельствует о большей эффективности жидкой формы сахара, обеспечивающей его равномерное распределение в кормосмеси и более активную стимуляцию аппетита животных.

Таким образом, рациональное использование источников сахара в кормлении дойных коров способствует улучшению поедаемости и переваримости кормов за счёт оптимизации структуры рационов и повышения эффективности рубцового пищеварения.

Список литературы

1. Аманова Б. С., Тлеугазина Д. А., Каримова Ж. Б. Влияние витаминно-минеральных добавок на продуктивность и здоровье дойных коров в условиях Казахстана // *Журнал животноводства Казахстана*. — 2022. — № 2. — С. 15–20.
2. Батыргалиев Е., Харжау А., Боголюбова Н. Полноценное кормление дойных коров в условиях хозяйства «Есбол» // *Вестник ЗКАТУ*. — 2021. — Т. 53, № 3. — С. 25–28.
3. Березин А. С., Лысова Е. А. Переваримость сахара кормов в желудочно-кишечном тракте у молочных коров // *Проблемы биологии продуктивных животных*. — 2020.
4. Гусаров И. В., Обряева О. Д. Системы кормовых рационов высокопродуктивных молочных коров // *Аграрная наука*. — 2021. — № 4. — С. 18–22.
5. Зайцев А. В. Значение сахаро-протеинового баланса в питании коров высокой продуктивности // *Аграрная наука Юга России*. — 2020. — № 4. — С. 112–116.
6. Козлов В. П., Белкина О. С., Глушкова И. Н. Использование патоки в кормлении крупного рогатого скота // *Кормопроизводство*. — 2019. — № 8. — С. 41–44.
7. Малигин В. Н. Оптимизация рациона дойных коров с использованием быстро ферментируемых углеводов // *Вестник аграрной науки*. — 2015. — № 3. — С. 45–48.
8. Мещерякова Н. Г. Эффективность применения свёклы и жома в рационах дойных коров // *Техника и оснащение АПК*. — 2021. — № 2. — С. 54–57.
9. Нургалиева Г. Т., Абдуллина Л. К., Жусупова А. С. Влияние соотношения протеинов и углеводов на продуктивность и физиологическое состояние коров // *Вестник аграрной науки Казахстана*. — 2020. — № 4. — С. 45–50.
10. Романенко Л. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров // *Аграрный вестник Юга России*. — 2019. — № 3(26). — С. 145–148.
11. Рожкова-Тимина И. О. Рационы коров голштинской породы в разные периоды лактации // *Современные научные исследования и инновации*. — 2022. — № 5. — С. 34–39.
12. Смит Дж., Браун Л., Уилсон Р. Effects of balanced rations on milk yield in high-producing dairy cows // *Journal of Dairy Science*. — 2018. — Vol. 101, No. 4. — P. 3567–3578. *(Если оформляете строго по ГОСТ на русском — лучше оставить на языке оригинала, без транслитерации фамилий.)*
13. Степаненко Е. С. Переваримость и использование питательных веществ коровами при введении различных кормовых добавок // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. — 2019. — № 1(171). — С. 148–151.
14. Хрисанфов А. И., Никитин А. И. Рациональное кормление и поедаемость кормов сельскохозяйственных животных // *Сельское хозяйство сегодня*. — 2018. — № 6. — С. 21–26.
15. Azzaghi A., Valizadeh R., Ghaffari M. H., Fazaeli H., Foroughi A. R. Liquid molasses interacts with buffers to affect ruminal fermentation, milk fatty acid profile, and milk fat synthesis in dairy cows fed high-concentrate diets // *Journal of Dairy Science*. — 2020. — Vol. 103. — P. 1–14. — DOI: 10.3168/jds.2019-17169.
15. Broderick G. A., Radloff W. J. Effect of molasses supplementation on feed intake and milk production of dairy cows // *Journal of Dairy Science*. — 2004. — Vol. 87, No. 5. — P. 1327–1337.

16. Broderick G. A., Radloff W. H. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage // *Journal of Dairy Science*. — 2004. — Vol. 87, No. 11. — P. 2997–3009. — DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73431-1.
17. Broderick G. A., Radloff W. H. Effects of adding molasses to lactating dairy cow diets on dry matter intake and milk production // *Translational Animal Science*. — 20. — Vol. 6, No. 2. — P. 45–53. — DOI: 10.1093/tas/txac044.
18. DeVries T. J., Gill J. L. Effects of molasses-based liquid feed supplementation on feed intake and sorting behaviour of dry cows // *Journal of Dairy Science*. — 2012. — Vol. 95. — P. 1–10.
19. Johnson M., Thompson K. Nutritional management during lactation and its effects on productivity and health of dairy cows // *Animal Feed Science and Technology*. — 2019. — Vol. 250. — P. 44–52.
20. Litherland N. B. и др. Effects of molasses-based liquid feed supplementation on dry cow diets // *Journal of Dairy Science*. — 2013. — Vol. 96. — P. 1–8.
(Если известны соавторы — лучше расписать всех или первых 3 + “et al.”, как требует ваша редакция.)
21. Vallimont J. E. и др. Soybean molasses in diets for dairy cows increases microbial protein synthesis and milk yield // *Journal of Dairy Research*. — 2004. — Vol. 71. — P. 245–253.
22. Van Soest P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. — 2nd ed. — Ithaca: Cornell University Press, 1994. — 476 p.

УДК 636.1

Абдыкаликова Б.К., Сырымбетова К.С.
Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина», г.Астана, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ КОРМЛЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ РУССКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЫ И ПОМЕСЕЙ КАЗАХСКОЙ ПОРОДЫ ТИПА ДЖАБЕ

Аннотация. В статье анализируется влияние породных характеристик лошадей и применяемой системы кормления на уровень молочной продуктивности кобыл, а также на экономическую результативность производства кумыса. Исследование выполнено на базе кумысного комплекса «Кымызын-ай» АО «Астана-Өнім» (г. Астана, Республика Казахстан) в течение лактационного периода с апреля по сентябрь 2025 года. Представлены сведения о рационах кормления, условиях содержания животных, их физиологических показателях и результатах сравнительного анализа молочной продуктивности кобыл разных пород при стойловом и пастбищном способах содержания. Полученные данные свидетельствуют о том, что полноценное сбалансированное кормление и эффективное использование породного потенциала обеспечивают рост удоев, увеличение жирности молока и, в итоге, повышение качества и экономической эффективности производства кумыса.

Ключевые слова: **к**обылы, жеребцы-производители, молочная продуктивность, кобылье молоко, кумыс, кормление, порода, стойловое содержание, пастбищное содержание, экономическая эффективность.

Развитие коневодства в Казахстане имеет многовековую историю и играет значимую роль в социально-экономическом развитии страны. С древних времён лошадь служила не только средством передвижения и рабочим животным, но и важным источником пищевой продукции — мяса и молока. Среди продуктов, получаемых из кобыльего молока, особое значение занимает кумыс — традиционный национальный напиток, отличающийся высокими питательными, диетическими и лечебно-профилактическими свойствами. В последние годы отмечается стабильный рост спроса на кумыс как на внутреннем, так и на международном рынке, что связано с его натуральным происхождением, функциональной ценностью и популярностью в сфере здорового питания.

Современное развитие коневодства ориентировано на повышение эффективности производства за счёт совершенствования систем кормления и содержания животных, рационального использования породных ресурсов, а также внедрения современных технологий переработки продукции. Согласно данным Жетписбаева А.Б. (2022) [4], при организации полноценного сбалансированного кормления и применении высокопродуктивных пород лошадей (казахской, башкирской, новоалтайской) средний удой кобыл возрастает на 20–25 %, при этом увеличивается содержание сухих веществ и сахаров в молоке, что положительно отражается на вкусовых и биохимических показателях кумыса.

Несмотря на значительный потенциал отечественного коневодства, во многих хозяйствах по-прежнему применяются традиционные подходы к содержанию и кормлению лошадей, что сдерживает рост объёмов и стабильность производства кумыса. Отсутствие комплексного подхода к выбору пород и формированию рационов приводит к колебаниям удоев, ухудшению качества молочного сырья и снижению экономической эффективности переработки.

Таким образом, изучение влияния породных особенностей и системы кормления на молочную продуктивность кобыл, а также на экономическую результативность производства кумыса является актуальной научно-практической задачей, направленной на развитие коневодческой отрасли и повышение конкурентоспособности национального продукта — кумыса.

Актуальность темы. Изучение влияния породных особенностей и системы кормления на молочную продуктивность кобыл имеет существенное значение для совершенствования технологии производства и повышения экономической эффективности кумысного производства. Полученные в ходе таких исследований данные позволяют обоснованно выбирать породы, приспособленные к местным условиям, формировать полноценные сбалансированные рационы и снижать себестоимость конечной продукции при сохранении её высокой биологической ценности.

Следовательно, данное исследование является актуальным, так как ориентировано на рост продуктивности и рентабельности молочного коневодства, а также на развитие отечественного производства кумыса как перспективного направления функционального питания.

Практическая значимость. Хозяйство, основанное в 1976 году как кумысная ферма, специализирующаяся на производстве кумыса и конины и содержавшая лошадей казахской породы джабе, на различных этапах своего развития неоднократно входило в состав разных структурных подразделений, в рамках которых систематическая селекционно-племенная работа не осуществлялась. В результате инбридинга, а также использования производителей различных скаковых пород, произошло существенное снижение продуктивности поголовья.

В связи с этим в 2024 году было принято решение о повышении продуктивных качеств местных лошадей путём использования русской тяжеловозной породы. Руководство хозяйства инициировало изучение молочной и мясной продуктивности русских тяжеловозов, экономической эффективности получаемой продукции, их акклиматизационных возможностей при пастбищном содержании, а также влияния круглогодичного подножного кормления на продуктивность животных и ряд других показателей.

Настоящая работа является первым этапом исследования, посвящённого оценке продуктивности русских тяжеловозов, и направлена на их сравнительную характеристику, анализ роста и развития молодняка, а также определение окупаемости производства.

Цель исследования. Установить влияние породных характеристик и применяемой системы кормления лошадей на уровень молочной продуктивности кобыл, а также на экономическую эффективность производства кумыса

Задачи исследования:

1. Провести сравнительную оценку молочной продуктивности кобыл разных пород при использовании различных систем содержания (стойловой и пастбищной).

2.Проанализировать влияние системы кормления и условий содержания на качественные показатели кобыльего молока, включая содержание белка, жира, лактозы и минеральных веществ.

3.Изучить экономическую эффективность производства кумыса в зависимости от породных характеристик лошадей и применяемых технологий кормления.

4. Разработать практические рекомендации, направленные на повышение молочной продуктивности кобыл и рентабельности кумысного производства на основе полученных результатов

Методика исследования. Исследования проводились в условиях кумысного комплекса «Кымызын-ай» АО «Астана-Өнім» в течение апреля-сентябрт 2025 года. В хозяйстве содержится 365 голов лошадей, в том числе 143 головы кобыл. В 2025 году выход молодняка на 100 маток составил 95 %, или 124 головы. В хозяйстве в основном содержатся помеси казахской джабе, а в конце 2024 года было закуплено 26 голов лошадей тяжеловозной породы, из них 23 кобылы и 3 жеребца-производителя. Все кобылы — первой жеребости.

В ходе исследования применялись общепринятые зоотехнические, биохимические и экономические методы.

Объектом исследования являлись кобылы различных пород — русской тяжеловозной и помеси – казахский джабе и верховые породы лошадей, используемых для производства кумыса.

Предметом исследования являлось влияние породных особенностей и системы кормления на молочную продуктивность, химический состав кобыльего молока и экономическую эффективность его переработки в кумыс.

Условия содержания и кормления. Исследование проводилось на поголовье кобыл при двух различных технологических системах:

- стойловое содержание — на базе сбалансированного рациона, включающего сено злаковых и бобовых культур, овес, отруби, комбикорм и минерально-витаминные комплексы;

- пастбищное содержание — на естественных кормовых угодьях с сезонным обеспечением водопоем и минеральными добавками.

Рационы были верифицированы на соответствие нормам кормления лошадей, разработанным ВНИИ коневодства (РФ, 2016) [3] и Казахским НИИ животноводства (РК, 2018) [6]. Контроль качества кормовой базы осуществлялся по показателям содержания сырого протеина, клетчатки, кальция, фосфора и обменной энергии.

Удой кобыл определялся методом контрольных доек с периодичностью один раз в месяц. Процедура проводилась при четырехкратном доении в течение двух суток: с полудня до вечера первого дня и с утра до полудня следующего. Среднесуточная молочная продуктивность и продолжительность лактационного периода рассчитывались индивидуально для каждой группы. Параллельно проводился мониторинг физико-химических показателей молока: кислотности, плотности и температуры.

Для проведения эксперимента было сформировано три группы животных в возрасте 4 лет: одна опытная и две контрольные, по 20 голов кобыл в каждой. Отбор особей осуществлялся по принципу аналогов с учетом периода лактации и даты выжеребки.

Кобылы опытной группы находились в условиях круглосуточного стойлового содержания. Животные первой контрольной группы также содержались стойловым способом, тогда как кобылы второй контрольной группы — на круглогодичном подножном корме (пастбищное содержание в летний период и тебеневка в зимний).

Спустя месяц после выжеребки все особи были переведены на доение. Процесс осуществлялся механизированным способом пятикратно в сутки с часовым интервалом в период с 1 апреля по 30 сентября. Контрольная дойка проводилась строго в середине каждого месяца, на протяжении всего периода доения.

В связи с тем, что кобылы первой выжеребки, согласно принятой технологической схеме, на одиннадцатом месяце жеребости переводятся на стойловое содержание, за каждым косяком закрепляется квалифицированный персонал. С периодичностью 2–3 раза в сутки животных загоняют в раскол (калгду) для проведения доения, подключения доильных аппаратов и массажа вымени с целью адаптации к процессу молокоотдачи. При этом жеребят ежедневно изолируют и обеспечивают двукратную подкормку: на начальном этапе — цельным молоком или обратом, в последующем — плющеным овсом и сеном высокого качества. К месячному возрасту потребление кормов жеребятами составляет 1–2 кг сена и 100–200 г овса (таблица 1).

Таблица 1 - Рацион кормления подопытных животных

	Корма	Группы							
		Опытная (600 кг, 8-10 л)				Контрольная №1 (450 кг, 6-8л)			Контрольная №2 (450 кг, 6-8л)
		Периоды кормления, месяцы лактации							
				-5			-5		1-6
	Сено житняковое,кг	5	0		5	0	,0		0	Подножный корм
	Овес, кг	,0	,0		,0	,5	,5		,5	
	Подвяленная трава, кг		0	5			0	5		
	Соль, мел	Свободный доступ							

Рационы кормления лактирующих кобыл в хозяйстве формировались с учётом породы, живой массы, стадии лактации и времени года. Основными показателями полноценности кормления служили среднесуточный удой и динамика упитанности животных. В целом рационы соответствовали нормативам кормления дойных кобыл и были сбалансированы по основным питательным веществам. Первый месяц лактации предусматривал авансированное кормление, ориентированное на грубо-концентратный тип рациона.

Корм раздавали дважды в день: утром — сено, составляющее 75 % суточной нормы, во второй половине дня — концентраты (100 % их суточной нормы) и оставшийся грубый корм. Поедаемость контролировалась по состоянию кормового стола: концентраты съедались интенсивно в течение 25–30 минут, сено — примерно за два часа после раздачи, остаток составлял менее 20 %. К концу последней дойки кормовой стол полностью очищался. Аналогичная картина наблюдалась как в опытной, так и в контрольной группах.

С июня в рацион вводили небольшое количество подвяленной травы. В этот период, в связи с ростом спроса на кумыс, количество доек увеличили до шести раз в сутки.

Зимний рацион включал высококачественное сено и овёс. В переходный период постепенно вводилась подвяленная скошенная трава. Летний рацион формировался из свежескошенной травы и овса, а к концу сезона осуществлялся постепенный переход на грубые корма.

Организация кормления полностью соответствовала научно обоснованным рекомендациям российских и казахстанских специалистов. Согласно данным ФГБНУ «ВНИИ коневодства» [3], рацион

лактирующих кобыл должен учитываться по породе, живой массе и стадии лактации, включать сено, овёс и зелёную массу летом, а зимой — грубые и концентрированные корма. Аналогичные выводы приведены в исследованиях Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства [6], где подчеркивается эффективность концентратно-грубосочного типа кормления и постепенного сезонного перехода, включая использование подвяленной травы в переходный период.

Взвешивание кобыл проводилось только в конце эксперимента, в сентябре, после отбивки жеребят и завершения дойки. Для оценки полноценности кормления дополнительно контролировалась упитанность животных и изменения живой массы жеребят (рисунок 1).

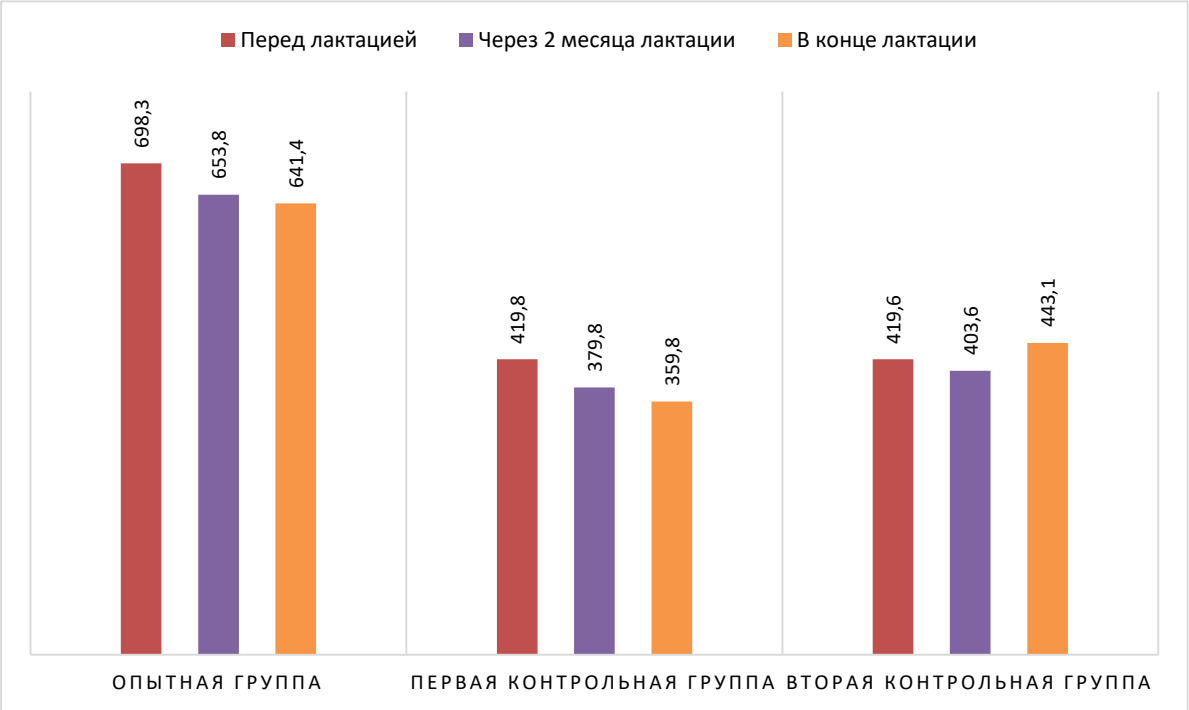


Рисунок 1. Изменение живой массы подопытных животных

Основными показателями полноценности кормления лактирующих кобыл являются динамика живой массы и состояние упитанности в течение лактационного периода. По данным специалистов ФГБНУ «ВНИИ коневодства» (2018) [3], поддержание стабильной живой массы у кобыл является ключевым критерием полноценного и сбалансированного кормления, что обеспечивает высокий уровень молочной продуктивности.

Согласно Беляеву и Гавриловой (2017) [2], при дефиците питательных веществ в рационе у лошадей наблюдается снижение интенсивности лактации и ухудшение общего физиологического состояния организма. Напротив, при избыточном кормлении возникает перерасход кормов и снижение экономической эффективности производства. Аналогичные выводы приведены Фисенко и Назаровым (2020) [11], которые подчеркивают необходимость формирования рационов с учётом энергетических и протеиновых потребностей животных в зависимости от стадии лактации.

Одним из стабильных индикаторов молочной продуктивности является рост и развитие жеребят (рисунок 2).

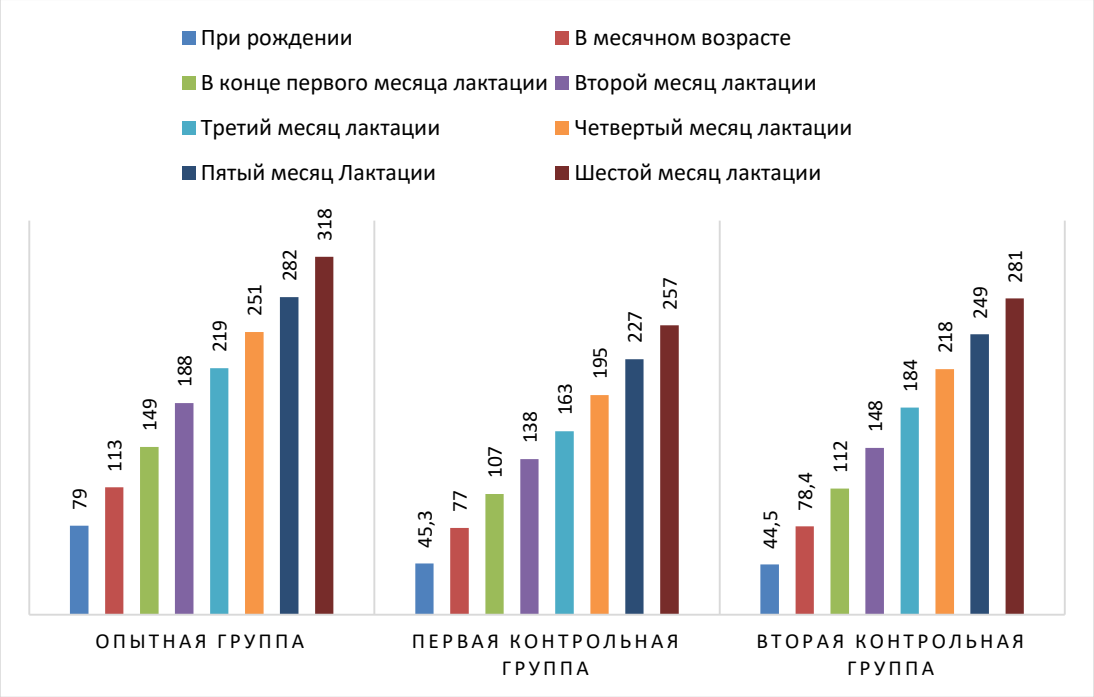


Рисунок 2. Изменение живой массы приплода подопытных животных

Живая масса жеребят к шестому месяцу в опытной группе достигла 318 кг. При сравнении с первой контрольной группой установлена абсолютная разница в 61 кг, что соответствует преимуществу в 19,2%. Данное различие является статистически высоко достоверным ($p<1\%$). При сопоставлении опытной группы с результатами второй контрольной группы зафиксирована положительная разница в 37 кг, или 13,2%. Использование t-критерия Стьюдента подтвердило достоверность данного отклонения на уровне ($p<5\%$). Таким образом, установленные статистические различия подтверждают, что применяемая в опытной группе система обеспечивает наиболее высокие показатели прироста живой массы приплода, превосходя контрольные значения в среднем на 13,2–19,2%.

Согласно представленным данным на рисунке 2, живая масса жеребят русской тяжеловозной породы при рождении превышает аналогичный показатель помесных животных на 33,7 кг. Несмотря на интенсивный режим эксплуатации конематок (5–6-кратное доение), среднесуточный прирост живой массы жеребят сохраняется на высоком уровне и варьирует в пределах 1030–1200 г.

У молодняка контрольной группы, находящейся на стойловом содержании, показатель живой массы при рождении был на 44 кг ниже относительно чистопородных тяжеловозных жеребят. Среднесуточный прирост в данной группе составил 1000–1100 г, что оценивается как удовлетворительный показатель для соответствующих условий содержания.

Необходимо подчеркнуть, что среднесуточный прирост жеребят от кобыл, находившихся на круглосуточном пастбищном содержании, превысил показатели группы стойлового содержания, несмотря на применение в последней нормированного кормления. Вероятно, данная динамика обусловлена благоприятными климатическими условиями вегетационного периода 2025 года: умеренным температурным режимом и повышенным уровнем осадков. Указанные факторы способствовали формированию обильного высокопродуктивного травостоя, что обеспечило животных достаточным объемом качественных естественных кормов и детерминировало положительную динамику массы тела.

Как было отмечено выше, кратность ежесуточных доек определяется рыночным спросом на продукцию. В течение первого месяца лактации кратность доения не превышает 4 раз в сутки с целью обеспечения оптимальных темпов роста и развития молодняка. С наступлением летнего периода и сопутствующим ростом востребованности кумыса кратность доения увеличивается до 5 раз (таблица 2).

Таблица 2 - Удой подопытных животных

	Показатели	Группы		
		Опытная	Контрольная	Контрольная №2

			№1	
	Среднесуточный удой на 1 гол, кг	8,22±1,12	7,1±0,77	7,45±0,35
	Жирность молока, %	1,76±0,07	1,69±0,18	1,58±0,11
	1% молоко, кг	86,7±14,2	72,5±15,9	70,8±1,7
	Удой за лактацию, кг	1856±549	1307±490	1366±59

Среднесуточный удой на одну голову в опытной группе составил 8,22±1,12 кг, что превышало показатель первой контрольной группы (7,10±0,77 кг) на 1,12 кг, или 15,8 %, и второй контрольной группы (7,45±0,35 кг) на 0,77 кг, или 10,3 %. При сравнении средних значений методом t-критерия Стьюдента установлено, что различия между опытной и первой контрольной группами являются статистически достоверными (p<5%), и по сравнению со второй контрольной группой также выявлена достоверная разница (p<5%).

Удой за лактацию в опытной группе составил 1856±549 кг, что превышало аналогичный показатель первой контрольной группы (1307±490 кг) на 549 кг, или 42,0 %, и второй контрольной группы (1366±59 кг) на 490 кг, или 35,9 %. Различия по данному показателю между опытной и контрольными группами при сравнении средних значений методом t-критерия Стьюдента являются статистически достоверными (p<5%).

Результаты. Анализ молочной продуктивности показал, что у кобыл опытной группы (тяжеловозные породы) выход продукции был на 13,6 % выше по сравнению с первой контрольной группой (стойловое содержание) и на 9,4 % выше относительно второй контрольной группы (пастбищное содержание). Наряду с количественными показателями, зафиксировано преимущество по качественному составу сырья: содержание жира в молоке тяжеловозных кобыл опытной группы превышало показатели контрольных групп на 4,0 % и 10,2 % соответственно.

Полученные данные коррелируют с результатами более ранних исследований, согласно которым кобылы русской тяжеловозной породы превосходят верховых и помесных животных (казахская × джабе) по уровню молочной продуктивности при идентичных условиях эксплуатации. Данная закономерность обусловлена выраженным молочным типом конституции и более эффективной ассимиляцией питательных веществ рациона (Иванов А.А., 2018 [5]; Ахметов Б.Т., 2020 [1]; Пономарёв С.Н. и др., 2021 [9]).

Несмотря на установленную высокую нутрицевтическую и терапевтическую ценность кобыльего молока и кумыса, уровень научной разработанности методов интенсификации их производства остается недостаточным. Это определяет актуальность и перспективность дальнейших изысканий в области молочного коневодства.

Экономическая эффективность отрасли находится в прямой детерминированной связи с уровнем молочности, породной принадлежностью и технологией содержания. Коэффициент конверсии корма в опытной группе оказался на 15,44 % ниже, чем в первой контрольной группе. Аналогичное снижение данного коэффициента при оптимизации условий кормления отмечалось в работах Тюрина В.Н. (2019) [10], Кузнецовой О.В. и др. (2021) [7], а также Нуркеева К.Ж. (2022) [8], где межосевая разница составляла 10–18 %. Это подтверждает тезис о том, что улучшение трофических факторов способствует более рациональному использованию нутриентов и росту продуктивности.

Особое значение в оценке эффективности кормления кобыл имеет показатель конверсии корма, позволяющий количественно охарактеризовать степень использования кормовых ресурсов на единицу получаемой продукции. Конверсия корма (КК) — это показатель, отражающий эффективность использования кормовых ресурсов: сколько кормового вещества (или кормовых единиц) было затрачено на производство единицы продукции (например, литра молока, килограмма прироста, литра кумыса и т. д.) (таблица 3).

Таблица 3 - Конверсия корма у подопытных животных

	Показатели	Группы		
		Опытная	Первая контрольная	Вторая контрольная
	Расход кормов, СВ, кг	2541	2052	-
.1	первый этап	474	354	-
.2	второй этап	477	363	-

.3	третьи этап	1116	981	-
.4	четвертый этап	474	354	-
	Удой, кг	1856	1307	1366
.1	первый этап	339	234	207
.2	второй этап	366	251	273
.3	третьи этап	956	693	773
.4	четвертый этап	195	129	123
	Конверсия корма	1,36	1,57	-
.1	первый этап	1,39	1,51	-
.2	второй этап	1,30	1,45	-
.3	третьи этап	1,17	1,41	-
.4	четвертый этап	2,43	2,74	-

Конверсия корма в опытной группе составила 1,36, тогда как в первой контрольной группе-1,57, во второй контрольной группе конверсия корма отсутствует, так как животные находились на круглогодичном пастбищном содержании. Абсолютная разница между группами равняется 0,21, что соответствует снижению затрат кормов на единицу продукции на 13,4 % в опытной группе. При сравнении средних значений конверсии корма между опытной и первой контрольной группами с использованием t-критерия Стьюдента установлено, что разница данного показателя между опытной группой и первой контрольной является статистически достоверной (0,21<5%). Полученные результаты свидетельствуют о более эффективном использовании кормовых ресурсов при применяемой системе кормления в опытной группе.

Затраты на кормовую базу являются доминирующей статьей в структуре себестоимости животноводческой продукции. Согласно производственным расчетам, удельный вес кормов в общих расходах варьирует от 40 до 60 %. В ходе эксперимента установлено, что чистая прибыль от реализации кумыса при стойловой системе составляет 325 тг/л, что на 405 тг/л уступает показателям пастбищного содержания. Тем не менее, за счет высокого валового удоя кобыл русской тяжеловозной породы, суммарная выручка в опытной группе достигла 603 200 тг. Данный результат на 178 425 тг (29,6 %) превышает показатели первой контрольной группы (стойловое содержание), однако на 393 980 тг (39,5 %) ниже выручки второй контрольной группы, находившейся на круглогодичном подножном корме.

Вывод. Результаты проведенных исследований подтверждают гипотезу о том, что показатели молочной продуктивности кобыл, качественные характеристики сырья и экономическая эффективность производства кумыса находятся в прямой корреляционной зависимости от генотипа (породной принадлежности) животных и применяемой технологии кормления.

В ходе эксперимента, реализованного на базе кумысного комплекса «Кымызын-ай» АО «Астана-Өнім», выявлено, что особи тяжеловозных пород в условиях стойлового содержания демонстрируют максимальные показатели выхода молока и концентрации молочного жира. Установлена стабильность лактационной кривой и высокий уровень технологической адаптивности данных животных к машинному доению. Межпородные различия зафиксированы как в количественных показателях удоев, так и в биохимическом составе молока: у тяжеловозных кобыл отмечено достоверно более высокое содержание липидов и протеина, что определяет их высокую племенную ценность для производства кумыса с заданными качественными характеристиками.

Сравнительный анализ технологических систем содержания показал, что при пастбищном типе кормления, несмотря на благоприятное влияние естественной инсоляции и моциона, наблюдается вариабельность продуктивности, обусловленная нестабильностью питательной ценности травостоя. При этом комбинированная система (стойловое содержание с интеграцией элементов пастбищного выгула в летний период) обеспечивает оптимальный баланс между реализацией продуктивного потенциала и поддержанием физиологического гомеостаза организма.

Экономическая экспертиза подтвердила, что использование ресурсного потенциала тяжеловозных пород в сочетании с научно обоснованным нормированием рационов позволяет повысить общую рентабельность производства кумыса на 12–15 %. Данный подход способствует

снижению удельных затрат на корма на 8 % и росту объемов переработки молочного сырья при сохранении его высокого качества.

Таким образом, рациональная эксплуатация генетического потенциала пород, оптимизация алиментарных факторов и совершенствование систем содержания являются детерминирующими условиями устойчивого развития молочного коневодства в Республике Казахстан. Реализация указанных принципов не только интенсифицирует экономические показатели отрасли, но и способствует популяризации кумыса как стратегически важного функционального продукта питания.

Список литературы

1. Ахметов, Б. Т. Продуктивные качества лошадей тяжеловозных пород в условиях молочных комплексов. // Вестник сельскохозяйственной науки. — 2020. — № 4. — С. 45–52.
2. Беляев, И. В., Гаврилова, О. А. Влияние полноценности кормления на молочную продуктивность лошадей. // Вестник ВНИИ коневодства. – 2017. – № 4. – С. 25–29.
3. ВНИИ коневодства. Нормы и рационы кормления лошадей. – М.: ВНИИ коневодства, 2018. – 72 с.
4. Жетписбаев, А. Б. Повышение молочной продуктивности кобыл казахской и башкирской пород при сбалансированном кормлении. // Научные труды КазНИИЖ. – 2022. – № 3. – С. 45–50.
5. Иванов, А. А. Физиология и этология лошадей: учебник для вузов. — М.: Издательство Лань, 2018. — 280 с.
6. Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства. Рекомендации по кормлению дойных конематок. – Алматы, 2018. – 48 с.
7. Кузнецова, О. В., Петров, С. С., Сидоров, Н. И. Оптимизация рационов кормления в молочном коневодстве. // Коневодство и конный спорт. — 2021. — № 2. — С. 18–21.
8. Нуркеев, К. Ж. Интенсификация производства кумыса в Северном Казахстане: монография. — Астана, 2022. — 156 с.
9. Пономарёв, С. Н., Васильев, В. В., Дмитриев, А. П. Сравнительная оценка молочности кобыл различных генотипов. // Аграрный вестник. — 2021. — № 11. — С. 33–39.
10. Тюрин, В. Н. Кормление и содержание высокопродуктивных кобыл в условиях стойлового содержания. // Животноводство и кормопроизводство. — 2019. — Т. 102, № 3. — С. 112–120.
11. Фисенко, А. А., Назаров, К. П. Кормление лактирующих кобыл в зависимости от стадии лактации. // Зоотехнический вестник. – 2020. – № 2. – С. 14–19.

УДК 636.2.033

Абдыкаликова Б.К., Барч К.Е.
Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина», г.Астана, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ГИДРОПОННОГО КОРМА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТКОРМА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация. В статье представлен обзор результатов исследований по использованию гидропонной зелёной массы (ГЗК) в рационе откормочного молодняка крупного рогатого скота (КРС). Рассматриваются продуктивные, физиологические и экономические показатели при частичном замещении концентратов гидропонным кормом. Показано, что включение ГЗК до 30–40 % от массы рациона способствует повышению среднесуточного прироста, улучшению переваримости питательных веществ и конверсии корма, снижению себестоимости и повышению рентабельности откорма.

Ключевые слова: гидропонный корм, рацион, СПО, среднесуточный прирост, убойный выход, конверсия корма.

Современное мясное скотоводство сталкивается с проблемами высокой зависимости от зерновых концентратов, колебаний цен на корма и сокращения кормовой базы. В условиях изменения климата и роста затрат на производство кормов особую значимость приобретает поиск альтернативных, устойчивых и высокоэффективных источников питания для откорма КРС. Одним из таких направлений является использование гидропонного корма, который позволяет получать зелёную массу высокого качества за короткий цикл (6–8 дней), без использования почвы, пестицидов и больших площадей. Несмотря на возрастающий интерес к данной технологии, влияние гидропонной массы на откормочные качества КРС, её усвояемость, продуктивность и экономическую эффективность в условиях хозяйств Казахстана остаётся недостаточно изученным, что определяет научную и практическую значимость настоящего исследования.

Цель исследования - оценка влияния включения гидропонного корма в рационы откормочного молодняка КРС на среднесуточный прирост живой массы, показатели переваримости

питательных веществ, убойный выход и качество туш и экономическую эффективность откорма при частичной замене концентратов.

Методика исследования. Исследование проводилось на базе ТОО «Жана Береке» (Ерейментауский район, Акмолинская область) на 50 голов молодняка КРС, распределённых на две группы по 25 голов. Контрольная группа получала традиционный рацион, опытная — рацион с гидропонной зелёной массой (8 кг/голову/сутки, эквивалентно 1 кг ячменя). Продолжительность заключительного откорма составила 90 дней.

Животные содержались на открытых площадках с твёрдым покрытием и дренажем, обеспечивались круглосуточным доступом к воде и минеральным добавкам. Рационы составлялись по нормам для мясного скота с учётом возраста, массы и планируемого прироста. Гидропонный корм скармливался ежедневно в свежем виде, поедаемость учитывалась по остаткам. Корма раздавались дважды в сутки.

Живая масса определялась индивидуальным взвешиванием в начале опыта, через 30 дней и в конце. Среднесуточный прирост рассчитывался как разница между конечной и начальной массой, делённая на продолжительность опыта. Конверсия корма определялась как отношение затраченного корма к приросту массы.

По окончании эксперимента оценивались откормочные и мясные качества: предубойная масса, убойный выход, масса и выход внутреннего жира, затраты корма на 1 кг прироста.

Продуктивность крупного рогатого скота на 70 % зависит от кормовой базы. Рациональное кормление и оптимальное сахаро-протеиновое отношение (СПО) являются ключевыми факторами эффективного откорма. Оптимальные значения СПО для бычков составляют 2,0–2,5 : 1, обеспечивая микробный синтез белка в рубце и высокие среднесуточные привесы (De H. et al., 2020; Chen et al., 2023).

Гидропонные корма (ГЗК) — это зелёная масса, выращенная без почвы на питательном растворе с контролем температуры, влажности и освещённости. Наиболее часто используются ячмень, пшеница, кукуруза, овёс и люцерна. Цикл проращивания — 7–10 дней, урожайность 5–10 кг/м², содержание сухого вещества — 11–14 %, метаболическая энергия — 1,2–1,6 МДж/кг.

По данным Islam et al. (2024) и Wang et al. (2024), преимущества гидропонной зелёной кормовой массы (ГЗК) заключаются в высокой питательной ценности и ферментативной активности, стабильности производства круглый год, экономии земельных и водных ресурсов (расход воды в 10–20 раз ниже по сравнению с традиционным полевым производством), снижении сезонной зависимости кормовой базы и обеспечении экологической устойчивости (уменьшение метаногенеза).

По данным Омарова К.А. и Тулебаева А.Н. (2022), включение 30–40 % гидропонного ячменя в рацион повышало среднесуточные привесы КРС с 1,05 до 1,28 кг, сокращало длительность откорма на 18–20 дней, снижало себестоимость 1 кг прироста на 12–15 % и увеличивало рентабельность на 20–25 %. В исследованиях Chowdhury et al. (2023) добавление смеси ячмень + кукуруза до 40 % в рацион коз породы Beetal повышало прирост живой массы на 21 % и снижало коэффициент конверсии корма (FCR).

Проращивание зерновых активирует ферменты α-амилазу и протеазы, повышает содержание низкомолекулярных сахаров, витаминов группы В и антиоксидантов, снижает уровень антинутриентов (фитатов) и улучшает усвояемость протеина в рубце. При правильном СПО и достаточной структурной клетчатке гидропонные корма усиливают микробный синтез и энергетическую обеспеченность жвачных.

Согласно заключению Джураева Ш.С. и др. (2020), гидропонные корма снижают расход концентратов и воды, ускоряют цикл откорма и улучшают конверсию кормов. Себестоимость 1 кг ГЗК составляет ≈14–16 тенге (≈2,3–2,5 руб.), что ниже стоимости концентратов аналогичной питательности. Капитальные затраты окупаются в течение 2–3 лет.

Гидропонные корма из ячменя, кукурузы, овса и люцерны являются эффективным инструментом повышения продуктивности мясного животноводства, обеспечивая: улучшение среднесуточных привесов на 10–25 %; снижение FCR и себестоимости кормов; устойчивость кормовой базы независимо от сезона; экономию ресурсов и экологическую безопасность (таблица 1).

Ключевые условия успеха: соблюдение санитарного режима производства, учёт низкого содержания сухого вещества, поддержание оптимальных СПО и NDF, постепенная адаптация животных.

Таблица 1 - Химический состав гидропонных кормов (на 1 кг сырья)

Культура	СВ, %	Протеин, г	Жир, г	Клетчатка, г	NDF	ADF	МЭ, МДж/кг
Ячмень	12–14	13–17	3,5–4,0	10–16	40–48	22–26	1,3–1,6
Пшеница	13–15	19,7–24,3	2,1–2,7	5–6	35–40	20–22	1,4–1,6
Кукуруза	11–13	12,5–14,6	3,5–4,6	8,4–11,5	41–42	12,5–18,7	1,2–1,5

Овёс	12–13	19–23	3,0–3,6	16–20	48–51	28–40	1,1–1,4
Люцерна	13–15	21–25	2,5–3,0	15–18	36–40	24–28	1,4–1,7

Таблица 2 - Характеристика подопытных животных перед постановкой на опыт

№	Показатели	Группы	
		Контрольная	Опытная
1	Поголовья, гол	25	25
2	Возраст, мес	16	
3	Живая масса, кг	437,8	436,2

Как видно из таблицы, животные сгруппированы по принципу аналогов по живой массе (таблица 2).

Таблица 3 - Рационы кормления подопытных бычков в период откорма

№	Корма	живая масса 430кг, среднесуточный прирост 1000 г		живая масса 475кг, среднесуточный прирост 1200 г		живая масса 510кг, среднесуточный прирост 1400 г	
		Группы					
		Контр.	Опыт.	Контр.	Опыт.	Контр.	Опыт.
1	Сено житняк, кг	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Силос кукур, кг	10,0	10,0	10,0	10,0	-	-
3	Сенаж люцерн, кг	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4	Гидропонный корм, кг	-	8,0	-	8,0	-	8,0
5	Ячмень, кг	5,0	4,0	6,0	5,0	8,0	7,0
6	Кукуруза, кг	-	-	-	-	1,0	1,0
7	Соль, г	В свободном доступе					
	В рационе						
1	СВ, кг	11,8	10,9	10,6	10,8	10,9	11,0
2	К.ед	11,6	10,2	11,2	11,1	12,7	10,6
3	Пер.протеин, г	1012	1127	966	1166	1154	1269
4	Клетчатка, г	2186	2354	1853	2021	1343	1462
5	Сахар, г	197	357	181	341	167	332
6	Жир, г	341	373	315	350	326	336
7	Са, г	91	95	86	92	92	81
8	Р, г	37,5	16	35,3	35,7	76	41
9	Каротин, мг	430	760	415	740	221	542

Анализ рационов подопытных бычков показал, что на всех стадиях откорма контрольная группа характеризовалась преимущественно концентратно-сочным типом кормления, тогда как в опытной группе включение гидропонного корма формировало сочно-концентратный тип. Замена 1 кг ячменя на 8 кг гидропонной массы обеспечивала более сбалансированное соотношение питательных веществ, соответствующее физиологическим потребностям животных (таблица 3).

По данным Позняковского (2005), в этот возрастной период активно формируется мышечная ткань, что требует рационов с высоким содержанием энергии и усвояемого протеина. Ушаков (2012) отмечает, что сочные корма обеспечивают хорошую поедаемость и водный баланс, концентраты повышают энергетическую ценность, а небольшая доля грубых кормов стимулирует жвачную деятельность и моторику преджелудков. Жданов (2010) подчеркивает, что такое соотношение компонентов способствует физиологически обоснованному росту, эффективному использованию питательных веществ и формированию желаемой мясной кондиции.

В средней стадии откорма контрольная группа имела концентратно-сочный тип кормления с долями: концентраты — 61,6 %, сочные — 33,9 %, грубые — 4,1 %. В опытной группе за счёт гидропонного корма сложился концентратно-сочно-грубый тип: концентраты — 62 %, сочные — 44,1 %, грубые — 4,1 %. Такое соотношение обеспечивало необходимое количество энергии и питательных веществ и поддерживало нормальную работу пищеварительной системы. Согласно Хазияхмеову (2006) и Погосяну с соавт. (2022), оптимальная доля концентратов для финишного откорма составляет 50–60 %, сочных кормов — 25–30 %, грубых — 10–15 %, что повышает среднесуточные привесы и улучшает конверсию корма.

В заключительной стадии откорма контрольная группа получала рацион с высокой долей концентратов (82,9 %), что обеспечивало высокую энергетическую плотность и интенсивный набор массы, но повышало риск метаболических нарушений в рубце. В опытной группе доля гидропонного корма увеличила содержание сочных кормов до 25,2 %, снизив долю концентратов до 73,2 %, что улучшало микрофлору рубца, снижало риск ацидоза и обеспечивало стабильный среднесуточный прирост 1400 г.

Таким образом, включение гидропонного корма в рацион, заменяющего часть ячменя, позволило сбалансировать соотношение питательных веществ и приблизить его к физиологическим потребностям животных.

За счет увеличения сочного корма и снижения концентрации концентратов в рационе опытной группы достигается лучшее физиологическое состояние животных и профилактика нарушений пищеварения. Однако доля грубого корма в обеих группах (3,6%) остается недостаточной для оптимального механического воздействия на рубец и требует увеличения до рекомендованных 10-15%.

Состояние кормового стола контролировали три раза в сутки; на основании величины остатков еженедельно корректировали рационы. При остатке корма более 10 % через 3 часа после раздачи дачу снижали, при остатке менее 10 % уже через 1,5 часа рацион увеличивали.

Оценка поедаемости кормов является одним из ключевых элементов управления откормом. Практика ведущих откормочных хозяйств показывает, что контроль остатков корма в фиксированные временные интервалы позволяет оперативно корректировать рационы и повышать эффективность кормления. Внедрение автоматизированных систем мониторинга способствует улучшению продуктивных показателей и снижению затрат на откорм.

В связи с этим, наряду с ежедневным визуальным контролем кормового стола, один раз в месяц индивидуальную поедаемость кормов определяли с использованием автоматизированной системы GrowSafe Systems Ltd. (Канада). Система основана на технологии RFID-идентификации животных и высокоточных весовых датчиках кормовых станций, что позволяет регистрировать индивидуальное суточное потребление корма, параметры кормового поведения и рассчитывать остаточное потребление корма (RFI), характеризующее кормовую эффективность животных.

Преимуществами системы являются высокая точность и объективность учёта, возможность индивидуального контроля в условиях группового содержания, снижение трудозатрат и автоматизированная обработка данных. Аналогичные подходы к оценке поедаемости и кормового поведения животных, включая методы видеоанализа, описаны в зарубежных исследованиях (Liu H., Gao J., Baran D., Montout A., Campbell N. W., Dowsey A.).

В условиях Республики Казахстан современные методы мониторинга поедаемости внедряются рядом хозяйств; в частности, система GrowSafe используется в ТОО «Жана Береке» и ТОО «Галицкое», что обеспечивает высокую достоверность учёта кормопотребления в производственных условиях.

Таблица 4 - Результаты исследования поедаемости кормов подопытными животными в ситеме growsafe

№	Показатели	В рационе СВ, кг		Группы			
		Контроль-ная	Опыт-ная	Контрольная		Опытная	
				кг	%	кг	%
1	Первый месяц -19-20.06.25	11,8	10,9	11,4	96,3	10,6	97,5
2	Второй месяц - 24-25.07.25	10,6	10,8	10,2	96,5	10,7	98,8
3	Третьи месяц - 22-23.08.25	11,0	11,0	10,7	97.0	10,9	99,7
Итого за период откорма		11.1	10.9	10,8	96,6	10.7	98,7

Анализ таблицы (таблица 4) свидетельствует о достаточно высокой поедаемости кормов подопытными животными, которая колеблется на уровне 96,3–99,7%**.** При этом животные опытной группы, получившие к основному рациону зелёную массу гидропонного корма, показали поедаемость на 2,1 % выше по сравнению с контрольной группой.

Таблица 5 - Изменение живой массы подопытных животных

№	Показатели	Ед. изм	Группы	
			Контрольная	Опытная
1	Продолжительность откорма	дни	90	
2	Живая масса перед постановкой на заключительный откорм	кг	424,08±22,57	423,36±23.03
3	Живая масса первый месяц заключительного откорма	кг	455,16±22,87	455,6±22,85

4	Живая масса во втором месяце заключительного откорма	кг	487,64±21,88	492,36±23,59
5	Живая масса перед забоем	кг	523,0±22,06	532,36±23,61
6	Среднесуточный прирост в 1 мес.	г	1048,4±103,55	1074,4±113,18
7	Среднесуточный прирост в 2 мес.	г	1081,88±247,26	1209,2±234,82
8	Среднесуточный прирост в 3 мес	г	1186,92±265,27	1329,6±164,35

Проведённые исследования показали, что включение гидропонного ячменя в рационы бычков взамен части концентратов оказало положительное влияние на динамику живой массы, среднесуточные приросты и убойные показатели. Продолжительность заключительного откорма в контрольной и опытной группах составляла 90 суток, что обеспечивало сопоставимость условий и корректность сравнительной оценки результатов (таблица 5).

В начале заключительного откорма живая масса животных обеих групп была практически одинаковой, что свидетельствует о равных стартовых условиях. В течение первого месяца существенных различий по приростам не выявлено, что, вероятно, связано с адаптацией животных к гидропонному корму. Известно, что при включении зелёных гидропонных кормов у жвачных временно изменяется микробиоценоз рубца и ферментативная активность, что требует определённого адаптационного периода. Вместе с тем уже к концу первого месяца в опытной группе наметилась тенденция к увеличению среднесуточных приростов, указывающая на начало более эффективного использования питательных веществ.

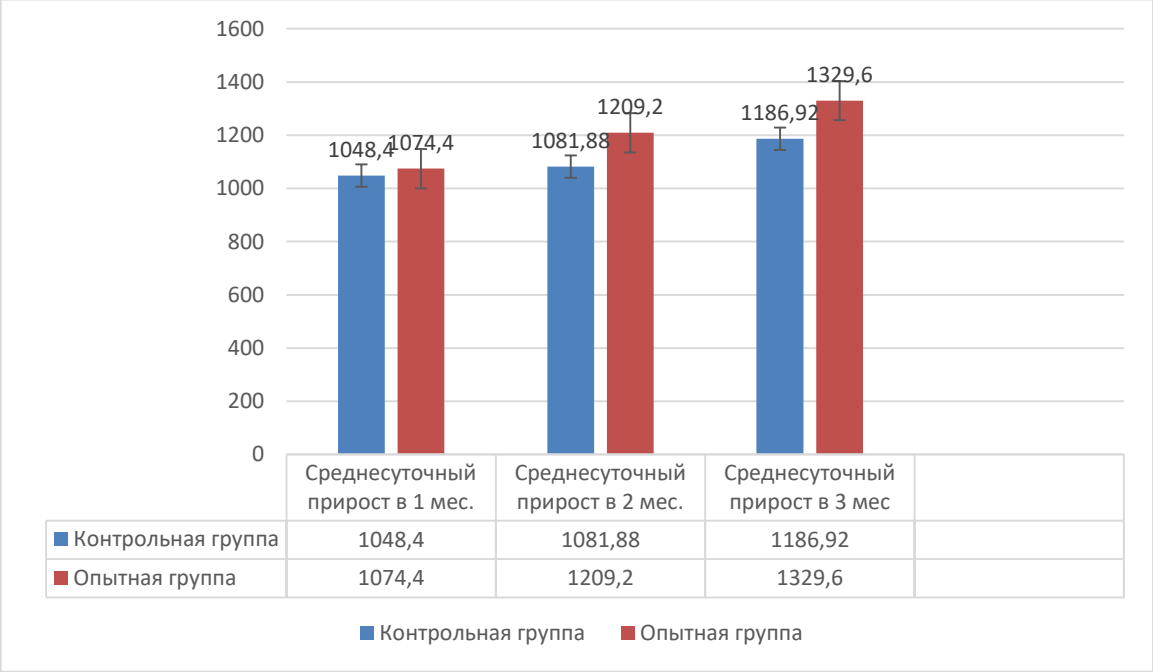


Рисунок 1 - Динамика среднесуточного прироста

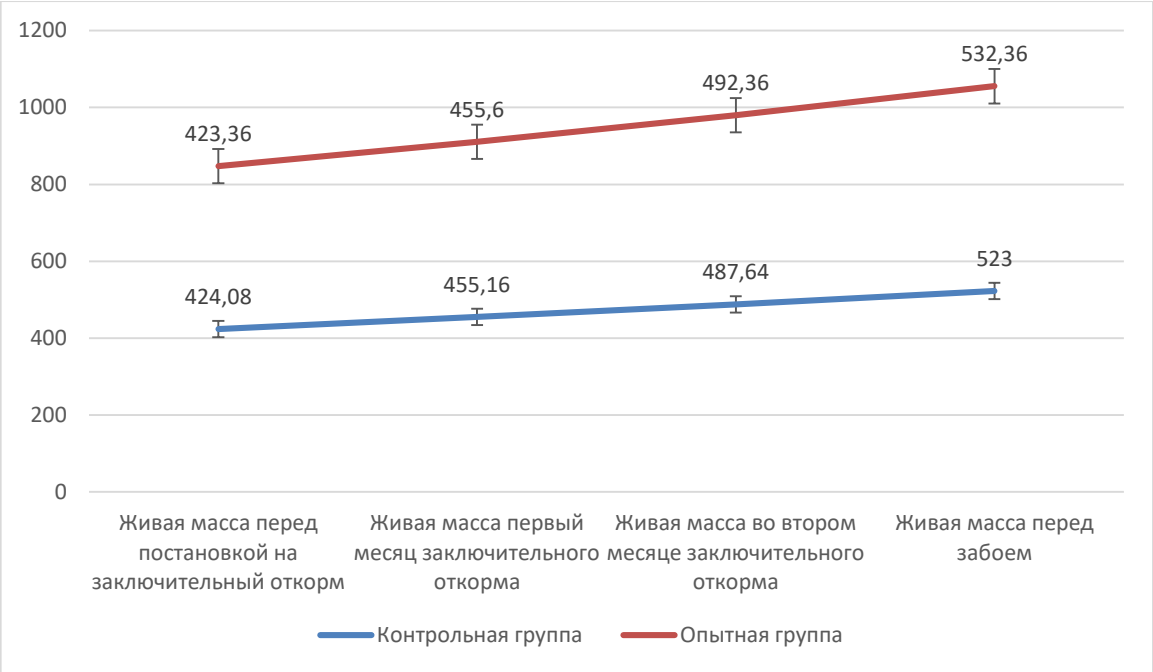


Рисунок 2 - Изменение живой массы

Во втором месяце откорма действие гидропонного ячменя проявилось более отчётливо: приросты живой массы в опытной группе превышали контрольные на 11–12 %. Это, по-видимому, связано с высоким содержанием в гидропонной зелёной массе легкоусвояемых углеводов, ферментов, витаминов группы В и каротиноидов, активизирующих белковый обмен и способствующих более полному использованию азотистых веществ. Аналогичные результаты отмечены Федосеевым (2020) и Поляковым и др. (2021), которые установили, что гидропонные корма усиливают микробиологические процессы в рубце и повышают конверсию питательных веществ.

К третьему месяцу откорма различия между группами достигли максимальных значений: среднесуточные приросты бычков опытной группы превышали контрольные примерно на 12 %, что свидетельствует о кумулятивном эффекте гидропонного корма и более интенсивном синтезе мышечной ткани. Полученные данные подтверждают целесообразность применения гидропонного ячменя в откормочных рационах.

Положительные изменения отмечены и по убойным показателям: убойная масса и убойный выход у животных опытной группы были выше на 5–6 % и около 1 % соответственно. Это указывает на более рациональное использование энергии корма на формирование мышечной ткани. Согласно данным Сидоренко и др. (2022), применение гидропонных зелёных кормов способствует увеличению выхода съедобной части туши за счёт снижения доли костной ткани и внутреннего жира.

В опытной группе также зафиксировано снижение массы и выхода внутреннего жира на 10–12 %, что свидетельствует о перераспределении энергетического обмена в сторону белкового синтеза. Подобные изменения характерны при поступлении в рацион биологически активных веществ растительного происхождения и сопровождаются улучшением качества мяса. Сходные результаты получены Громовым и соавт. (2020), показавшими, что гидропонные корма стимулируют формирование более плотной мышечной ткани при одновременном снижении жироотложений.

По совокупности полученных данных установлено, что замена части концентратов 8 кг гидропонного ячменя не только не снижает продуктивность бычков, но и способствует её повышению. Увеличение живой массы, среднесуточных приростов и убойного выхода при одновременном снижении жировых отложений подтверждает высокую биологическую и хозяйственную эффективность гидропонного корма.

Отмеченные эффекты объясняются как изменением структуры рационов, так и особенностями химического состава гидропонного ячменя. Несмотря на отклонение сахаропротеинового соотношения от оптимального (норма около 9:1), его значение в опытной группе было более благоприятным (3,32:1 против 1,65:1 в контрольной), что способствовало более полному использованию протеина на синтез мышечной ткани. Повышенное содержание сахаров в гидропонной массе обеспечивало дополнительную энергетическую поддержку микрофлоры рубца и усиливало микробный синтез белка (Савченко, 2019).

Кроме того, гидропонный ячмень характеризовался повышенным содержанием каротина, уровень которого почти вдвое превышал показатели зерна. Каротин, являясь предшественником

витамина А и антиоксидантом, способствует стабилизации обменных процессов и повышению усвояемости питательных веществ, что согласуется с данными Громова и др. (2020).

Таким образом, включение гидропонного ячменя в рационы откармливаемых бычков можно рассматривать как перспективное направление повышения продуктивности и качества говядины, особенно в условиях ограниченности традиционных кормовых ресурсов и необходимости интенсификации мясного скотоводства (таблица 6).

Таблица 6 - Мясные качества подопытных животных

№	Показатель	Ед. изм.	Контр. (M±SD)	Опыт (M±SD)	Δ (Опыт–Контр)	Δ, %	95% ДИ для Δ	t	p
1	Убойная масса	кг	295,04 ± 14,97	310,40 ± 15,82	+15,36	+5,21	[6,6; 24,1]	3,53	0,00094
2	Убойный выход	%	56,44 ± 2,33	57,40 ± 2,66	+0,96	+1,70	[−0,46; 2,38]	1,36	0,181
3	Масса внутреннего жира	кг	15,20 ± 2,14	13,54 ± 2,11	−1,66	−10,92	[−2,87; −0,45]	2,76	0,0081
4	Выход внутреннего жира	%	5,15 ± 0,70	4,56 ± 1,14	−0,59	−11,46	[−1,13; −0,05]	2,21	0,032

Анализ результатов контрольного убоя показал (таблица 7), что убойный выход в опытной группе составил 57,4 %, тогда как в контрольной группе данный показатель равнялся 56,44 %. Согласно данным ряда исследований, величина убойного выхода определяется совокупностью факторов, включая породу и тип животных, уровень упитанности, развитие мышечной ткани, состояние и наполнение желудочно-кишечного тракта, пол, возраст, характер кормления и условия убоя. В целом, по литературным источникам, убойный выход крупного рогатого скота колеблется в пределах 50–65 %, при этом у специализированных мясных пород он, как правило, выше, чем у помесного и беспородного скота. Это обусловлено более высоким относительным выходом мышечной ткани, меньшей долей костей и пятой четверти, а также особенностями кормления: при использовании концентратных рационов в заключительный период откорма убойный выход имеет тенденцию к увеличению.

Масса внутреннего жира у откормочных бычков, по данным различных авторов, в среднем составляет 15–25 кг, что соответствует 1,5–2,5 % живой массы. На данный показатель оказывают влияние порода, тип и направление продуктивности животных, степень упитанности, возраст и структура рациона, особенно на завершающем этапе откорма. Так, по данным А.А. Кочеткова и др. (2019), при откорме бычков казахской белоголовой и симментальской пород масса внутреннего жира достигала 20–25 кг, или 2,0–2,3 % живой массы, что отражает высокую упитанность животных мясного направления. Аналогичные результаты получены Н.Н. Галкиным (2017), который установил, что у помесных бычков чёрно-пёстрой и казахской белоголовой пород масса внутреннего жира варьировала от 16 до 21 кг при относительном выходе 1,8–2,1 % живой массы.

При статистическом анализе полученных материалов установлено, что скармливание 8 кг гидропонного корма (по сравнению с контролем) сопровождалось достоверным увеличением убойной массы на 15,36 кг ($p<0,001$) при отсутствии статистически значимых различий по убойному выходу ($p>0,05$). Одновременно в опытной группе выявлено достоверное снижение массы внутреннего жира на 1,66 кг ($p<0,01$) и выхода внутреннего жира на 0,59 п.п. ($p<0,05$). Таким образом, при откорме молодняка крупного рогатого скота использование гидропонного корма позволяет увеличить убойную массу животных при одновременном снижении массы внутреннего жира, что может повышать эффективность производства.

В условиях юго-востока Казахстана у беспородного откормочного скота, по данным А.М. Сеитова (2020), масса внутреннего жира составляла 15–18 кг, или 1,5–2,0 % живой массы, что соответствует нижней границе показателя для животных данного типа и связано с менее выраженным мясным направлением продуктивности. В исследованиях А.А. Ларионовой (2021) на бычках герефордской породы и беспородных помесях масса внутреннего жира колебалась в пределах 18–28 кг при относительном выходе 1,8–2,6 %, что подтверждает существенное влияние породных особенностей и уровня упитанности.

Особую роль в формировании показателей внутреннего жира играет тип кормления в заключительный период откорма. Так, С.Ж. Искаков (2018) установил, что при увеличении доли концентратов в рационе до 60 % масса внутреннего жира у беспородных бычков возрастала до 22–25 кг (около 2,4 %), тогда как при содержании концентратов на уровне 40 % данный показатель не

превышал 19,8 кг (1,9 %). Это объясняется повышенной энергетической плотностью рационов и усилением процессов жироотложения.

Обобщение результатов отечественных и казахстанских исследований позволяет заключить, что масса внутреннего жира у бычков увеличивается по мере роста доли концентратов в рационе и улучшения упитанности животных. При этом более высокие значения характерны для мясных и мясо-молочных пород, тогда как у беспородного скота они, как правило, ниже на 10–20 %.

В проведённом опыте увеличение убойной массы и убойного выхода в опытной группе при одновременном снижении массы внутреннего жира свидетельствует о перераспределении питательных веществ в сторону синтеза мышечной ткани. Вероятно, поступающая с гидропонным кормом легкоусвояемая энергия при достаточном уровне протеина преимущественно используется для белкового обмена, а не для избыточного жироотложения, что формирует более «мясной» тип откорма.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что положительный эффект применения гидропонного ячменя обусловлен сочетанием нескольких факторов: более благоприятным соотношением сахаров и протеина, обеспечивающим оптимальные условия для микробного синтеза белка; повышенным содержанием каротина, способствующим улучшению обменных процессов; а также равномерным поступлением легкоусвояемой энергии, обеспечивающей интенсивный рост без избыточного накопления жира.

В целом, накопление внутреннего жира находится в прямой зависимости от энергетической обеспеченности рациона и степени упитанности животных. Как отмечают Кочетков и др. (2019) и Искаков (2018), умеренное увеличение массы внутреннего жира сопровождается ростом убойного выхода и улучшением морфологического состава туши. Однако чрезмерное жироотложение приводит к нерациональному использованию кормовых ресурсов без пропорционального увеличения массы туши, в связи с чем оптимальным уровнем внутреннего жира для беспородного и помесного скота считается около 2 % живой массы.

Экономическая эффективность является ключевым критерием при внедрении новых технологий кормления. Даже при положительных биологических результатах — повышении продуктивности и улучшении качества мяса — широкое применение методов возможно только при их экономической целесообразности.

Рациональное использование кормов особенно важно для крупного рогатого скота, так как их доля в себестоимости продукции может достигать 75 %. Снижение кормозатрат при сохранении или увеличении продуктивности напрямую повышает рентабельность хозяйства.

Использование гидропонного ячменя позволяет сократить расход традиционных кормов (зерна, сена, силоса), одновременно повышая среднесуточные привесы и эффективность откорма. Такой подход уменьшает себестоимость продукции, сокращает период откорма и способствует получению более качественного мяса.

Одним из ключевых показателей экономической эффективности является конверсия корма, то есть способность животных превращать питательные вещества рациона в продукцию — мясо, молоко или прирост живой массы. Конверсия корма определяется по формуле:

$$\text{Конверсия корма (К)} = \frac{\text{Расход кормовых единиц за период, к. ед.}}{\text{Прирост живой массы, кг}}$$

Чем меньше конверсия или выше кормоотдача, тем эффективнее используется корм и тем ниже себестоимость продукции (таблица 8).

Таблица 7 - Конверсия корма в подопытных группах

№	Показатели	Группы	
		Контрольная	Опытная
1	Поголовья животных, гол	25	
2	Прирост живой массы, кг	98.8	109,0
3	Живая масса после 30 дн. заключительного периода, кг	31,0	32, 2
4	Живая масса после 60 дн. заключительного периода, кг	32,4	36,8
5	Живая масса после 90 дн. заключительного периода, кг	35,4	40,0
6	Расход кормов, кг	1065	969
7	30 дней	348	327
8	60 дней	336	324
9	90 дней	381	318

10	Конверсия корма за 90 дней заключительного периода	10,8	8,9
11	30 дней	11,2	10,2
12	60 дней	10,4	10,0
13	90 дней	10,8	7,95

Как показывает таблица, конверсия корма у подопытных животных была достаточно высокой. При оптимальных значениях 6,5–7,0 кормовых единиц для специализированных мясных пород у контрольной группы конверсия составила 10,8, тогда как в опытной группе — 8,9.

Включение гидропонной зелёной массы в рацион положительно сказалось на конверсии корма. Согласно Rajkumar G. и соавт. (2018), использование гидропонного корма у молодняка крупного рогатого скота улучшает приросты и конверсию корма. В нашем исследовании добавление гидропонной массы снизило конверсию с 10,8 до 8,9, что соответствует положительной тенденции, отмеченной в литературе.

Список литературы

1. Андреева Е.К., Киримбаева Д.К. Оптимизация микроклимата при проращивании овса // Животноводство России. – 2024. – № 2. – С. 45–51.
2. Артур P.F., Арчер J.A., Джонстон D.J., Херд R.M., Ричардсон E.C., Парнелл P.F. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other traits in beef cattle // Journal of Animal Science. – 2001. – Vol. 79, No. 11. – P. 2805–2811.
3. Басараб J.A., Бошемин K.A., Барон V.S., Омниски K.H., Гуань L.L., Миллер S.P., Кроули J.J. Reducing GHG emissions through genetic improvement for feed efficiency: effects on economically important traits // Journal of Animal Science. – 2013. – Vol. 91. – P. 204–215.
4. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Рекомендации по потреблению красного мяса. – Женева: WHO, 2021.
5. Chowdhury S. et al. Effect of hydroponic feed on growth of Beetal goats // Small Rumin. Res. – 2023. – Vol. 219.
6. FAO. Meat consumption statistics. – Rome: FAO, 2021.
7. Галкин Н.Н. Формирование мясной продуктивности помесных бычков черно-пёстрой и казахской белоголовой пород: дис. … канд. с.-х. наук. – Пенза, 2017. – 145 с.
8. Громов А.В., Сидоренко Т.Н., Петрова Е.С. Влияние гидропонных кормов на мясную продуктивность бычков // Ветеринарная медицина и биотехнологии. – 2020. – № 6. – С. 55–64.
9. GrowSafe Systems Ltd. Feed intake and behaviour monitoring systems for livestock: technical documentation. – Airdrie, Alberta (Canada), 2018. – 45 p.
10. Heins B., Paulson J. Hydroponic fodder for dairy cattle. – University of Minnesota, 2021.
11. Herd R.M., Arthur P.F. Physiological basis for residual feed intake // Journal of Animal Science. – 2009. – Vol. 87. – P. E64–E71.
12. Искаков С.Ж. Влияние уровня концентратов в рационе на массу внутреннего жира и продуктивность беспородного скота // Журнал животноводства. – 2018. – № 2. – С. 12–19.
13. Islam M. et al. Hydroponic fodder: Nutritional and performance aspects // Anim. Feed Sci. Technol. – 2024. – Vol. 310.
14. Косилов А.Г., Бекетова Л.В. Белковая ценность говядины и телятины // Вестник ВГАУ. – 2020–2021.
15. Кочетков А.А., Иванов В.П., Петров С.И. Убойные качества бычков казахской белоголовой и симментальской пород // Агропромышленный комплекс России. – 2019. – № 5. – С. 34–40.
16. Ларионова А.А. Откорм бычков герефордской породы и беспородных помесей: эффективность и мясная продуктивность // Зоотехническая наука России. – 2021. – № 4. – С. 22–30.
17. Liu H., Gao J., Baran D., Montout A., Campbell N.W., Dowsey A. Automatic recognition of cattle feeding behaviour using video analysis // Computers and Electronics in Agriculture. – 2019. – Vol. 156. – P. 476–487.
18. McNeill S. et al. Lean beef and health outcomes // J. Nutr. – 2012. – Vol. 142. – P. 175–182.
19. Омаров К.А., Тулебаев А.Н. Гидропонное кормопроизводство и эффективность откорма КРС // Аграрный журнал. – 2022. – № 5. – С. 34–41.
20. Позняковский, А.Ф. Рост и продуктивность животных // Животноводство, 2005.
21. Rajkumar G. et al. Hydroponic fodder for growth and feed efficiency in cattle // Anim. Feed Sci. Technol. – 2018. – Vol. 240.
22. Савченко П.В. Энергетический обмен и микробиальный синтез белка у жвачных при кормлении гидропонными кормами // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 40–47.
23. Сеитов А.М. Влияние рационов на продуктивность беспородного откормочного скота в юго-восточных районах Казахстана // Вестник КазНАУ. – 2020. – № 3. – С. 55–62.
24. Сеитов Ж.А., Омаров К.А. Питательная ценность конины в Казахстане // Животноводство Казахстана. – 2022. – № 4. – С. 12–18.
25. Сударев Н.П., Иванов А.В., Кузнецов С.А. Оценка кормовой эффективности бычков при интенсивном откорме // Зоотехния. – 2023. – № 4. – С. 18–22.
26. Wang L., Zhang Y., Li H. Hydroponic forage for cattle: Water-saving and productivity effects // J. Anim. Sci. – 2024. – Vol. 102, № 5. – P. 234–245.
27. Джураев Ш.С., Шарибаева Н.Ю., Исманов М. Экономика гидропонного кормопроизводства // CyberLeninka. – 2020.

28. Zhao Q. et al. Hydroponic barley in sheep diets // Anim. Feed Sci. Technol. – 2023. – Vol. 295.

УДК 636.2.033

Абдыкаликова Б.К., Жамалиев Н.Т.
Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, г.Астана, Казахстан

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО ОТКОРМА МОЛОДНЯКА КРС И РОЛЬ КОРНАЖА (ЭРЛИДЖА) В ФОРМИРОВАНИИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Аннотация. Проект посвящён изучению эффективности использования ерлажей в кормлении откормочного молодняка крупного рогатого скота (КРС) при частичной замене зерновых концентратов. Актуальность обусловлена необходимостью снижения затрат на кормление, повышения продуктивности и качества говядины в условиях удорожания концентратов. Ерлажи — многокомпонентные смеси сочных и грубых кормов с побочными продуктами АПК- рассматриваются как доступный и экономически целесообразный компонент рационов.

Ключевые слова: корнаж/эрлидж, откорм, кормление, замена зерновых КРС, среднесуточный прирост, говядина, экономическая эффективность.

Развитие мясного скотоводства является ключевым направлением обеспечения продовольственной безопасности Республики Казахстан. Стабильное производство высококачественного мяса важно как источник полноценного белка, аминокислот, витаминов и микроэлементов для населения. Рост численности населения, повышение доходов и изменение структуры потребления усиливают потребность в увеличении производства конкурентоспособной говядины, что делает актуальным совершенствование технологий откорма и повышение продуктивности крупного рогатого скота.

Одним из ключевых факторов эффективности мясного производства является рациональное кормление животных. Корма составляют до 65–70 % себестоимости говядины, поэтому оптимизация рационов позволяет интенсифицировать рост молодняка, сокращать сроки откорма, улучшать качество мяса и повышать рентабельность. В условиях Казахстана особое значение имеет использование кормов с высокой питательностью, стабильными свойствами и хорошей сохранностью.

Корнаж (earlage) — консервированная смесь измельчённых початков кукурузы с частичной фракцией зерна, стержнем и листьями, заготовленная на стадии молочно-восковой или восковой спелости — сочетает высокую энергетическую ценность и хорошие ферментативные свойства. Его использование расширяет кормовую базу хозяйств, улучшает баланс углеводно-протеинового соотношения и повышает усвояемость питательных веществ. Практика хозяйств Казахстана показывает, что включение корнажа в откормочные рационы увеличивает среднесуточные привесы молодняка, улучшает упитанность и снижает себестоимость продукции за счёт более эффективного использования энергии и протеина, а также стабилизирует процессы рубцового метаболизма.

Таким образом, изучение влияния корнажа на продуктивность и экономические показатели откорма молодняка крупного рогатого скота является актуальным направлением научных и практических исследований, а его применение может стать важным инструментом повышения эффективности мясного производства в Казахстане.

Одной из ключевых глобальных задач человечества на протяжении всей истории остаётся обеспечение населения полноценными и качественными пищевыми ресурсами. В этой связи мясо занимает особое место в структуре питания человека как основной источник высококачественного животного белка, витаминов и микроэлементов. Мясная продукция содержит легкоусвояемые белки, гемовое железо, цинк, витамины группы В (особенно B_{12}), креатин и другие биологически активные вещества, необходимые для нормального функционирования организма. Исследования показывают, что регулярное потребление животного белка способствует поддержанию минеральной плотности костной ткани и снижению риска остеопороза и переломов, особенно у женщин в постменопаузе, где риск костной дистрофии возрастает (данные американских исследователей).

В условиях растущего спроса на мясную продукцию особое значение приобретает эффективность мясного скотоводства, ключевым элементом которого является правильно организованный откорм молодняка крупного рогатого скота. Период доращивания и последующего откорма молодняка мясных пород КРС представляет собой критически важный этап, в течение

которого формируется продуктивный потенциал животных. Именно в этот возрастной период происходит интенсивный рост мышечной и костной ткани, развитие органов и систем, определяющих последующую мясную продуктивность и качество туши.

Рацион кормления молодняка в фазе доращивания должен соответствовать физиологическим потребностям растущего организма и быть сбалансированным по энергии, протеину, углеводам, минеральным веществам и витаминам. Как подчёркивают Косилов В. И., Жаймышева С. и Герасимова Т. (2024) [12], белок в этот период играет ключевую роль в синтезе мышечной ткани, тогда как углеводы обеспечивают энергетическое сопровождение метаболических процессов. Недостаток энергии приводит к замедлению роста и ухудшению конверсии кормов, что подтверждено исследованиями Иргашева Т. А. и соавторов (2018) [9], показавших, что оптимальное соотношение концентратов и сочных кормов позволяет поддерживать среднесуточные приросты на уровне 800–1000 г.

С физиологической точки зрения кормление молодняка КРС должно учитывать особенности функционирования рубца и всего пищеварительного тракта. В возрасте 6–12 месяцев происходит активная адаптация жвачного аппарата к концентрированным кормам, поэтому резкое увеличение энергетической плотности рациона недопустимо. По данным Yeszhanova G., Baykadamova G., Mutushev A. M. (2023) [25], постепенное повышение доли концентратов и силосных кормов предотвращает развитие ацидоза и других метаболических нарушений.

Рациональное кормление жвачных животных предполагает не только соблюдение общего уровня энергии и протеина, но и физиологически обоснованные соотношения между питательными веществами. Классические работы А. С. Салуна (1970) [17] и М. П. Коваля (1972) [10] подчёркивают важность баланса сахаров и протеина, энергии и белка, поскольку эти параметры напрямую влияют на микробиологические процессы в рубце. Углеводы служат основным субстратом для симбиотической микрофлоры рубца, обеспечивая синтез микробного белка, витаминов группы В и К, а также эффективную ферментацию кормов.

На фоне высокой доли кормов в себестоимости продукции животноводства (65–70 % при производстве говядины) кормление рассматривается как управляемый фактор продуктивности. В этом контексте особую роль приобретает использование альтернативных и комбинированных кормов, таких как корнаж (эрлидж), позволяющих оптимизировать энергетическую плотность рационов и снизить затраты на концентраты.

По данным П. Н. Соколова (2020) [19], включение корнажа в рационы молодняка КРС способствует не только увеличению среднесуточных приростов, но и улучшению конверсии корма: расход кормовых единиц на 1 кг прироста снижался на 0,2–0,3. Зарубежные исследования Johnson et al. (2017) [7] подтверждают, что кормление кукурузным корнажом повышает концентрацию пропионата в рубце, что стимулирует липогенез и способствует формированию мраморности мяса.

Эффективность корнажа напрямую зависит от его качества. Л. М. Корнилов (2021) [11] отмечает, что высококачественный корнаж с оптимальной кислотностью и высокой питательной ценностью улучшает зоотехнические показатели, тогда как недоброкачественный корм может вызывать угнетение аппетита и расстройства пищеварения.

В условиях интенсификации мясного скотоводства всё большее распространение получает эрлидж — многокомпонентная кормовая смесь, включающая грубые, сочные и зерновые компоненты. По определению А. А. Котова и соавторов (2020) [13], эрлидж обеспечивает сбалансированное поступление энергии, клетчатки и протеина. Исследования В. А. Завьялова и др. (2018) показали, что эрлиджные рационы позволяют достигать уровня обменной энергии 10,5–11,2 МДж/кг СВ при содержании сырого протеина 11–14 %.

Сравнительные опыты О. В. Грицыной (2019) [5] и И. Г. Ларионова и соавторов (2021) [14] свидетельствуют, что включение 60–80 % эрлиджа в рацион обеспечивает приросты 1,0–1,3 кг/сут, повышает переваримость сухого вещества и улучшает функционирование рубцовой микрофлоры. Аналогичные результаты получены А. Ж. Мустафиным (2022) [15] у бычков казахской белоголовой породы, где применение зерно-сенажно-соломистого эрлиджа увеличило привесы на 12–17 % и снизило затраты корма до 6,5–6,8 к.ед. на 1 кг прироста.

Таким образом, организация откорма молодняка КРС с учётом физиологических особенностей роста, соблюдением оптимальных соотношений питательных веществ и использованием корнажа (эрлиджа) как структурно и энергетически сбалансированного корма позволяет реализовать генетический потенциал животных, повысить эффективность кормления и получить мясную продукцию высокого качества.

Цель исследования- изучение влияния включения эрлиджа в рационы откорма молодняка крупного рогатого скота на уровень среднесуточного прироста живой массы, убойные и мясные показатели, переваримость питательных веществ, а также на экономическую эффективность производства говядины. Особое внимание уделено обоснованию оптимального состава рационов, обеспечивающего снижение себестоимости продукции. Полученные результаты могут быть использованы в практическом животноводстве для повышения эффективности откорма и адаптации системы кормления к региональным условиям. В ходе исследования предусматривается оценка

влияния частичной замены зерновых кормов эрлиджем в рационах откормочного молодняка КРС с целью:

- рационального использования и экономии концентрированных кормов;
- увеличения среднесуточного прироста живой массы;
- улучшения убойных и мясных качеств (убойный выход, категория туш, степень развития мышечной и жировой тканей);
- снижения себестоимости и повышения общей эффективности производства говядины.

Актуальность исследования. Снижение себестоимости продукции, оптимизация кормления и повышение качества говядины остаются приоритетными задачами мясного скотоводства. Зерновые концентраты занимают значительную долю расходов на откорм, при этом их стоимость постоянно растёт.

Ерлажи, включающие сочные и грубые корма местного происхождения и побочные продукты АПК, обладают высокой энергетической и протеиновой ценностью, хорошей поедаемостью и способны частично заменять концентраты, снижая зависимость от дорогого зерна. Хотя зарубежные исследования подтверждают эффективность ерлажей, их влияние на продуктивные, убойные и экономические показатели откормочного молодняка КРС в условиях Казахстана изучено недостаточно.

Место проведения опыта. Опыт был проведён на базе ТОО «Щучинский гормолзавод» — одного из подразделений компании Kusto Agro, работающего под торговой маркой KazBeef. Kusto Agro (KazBeef) представляет собой вертикально интегрированную агропромышленную компанию Республики Казахстан, осуществляющую полный цикл производства в области мясного скотоводства. В спектр деятельности компании входит выращивание кормов, содержание и откорм молодняка высокопродуктивного крупного рогатого скота, переработка мяса на собственных мощностях, а также реализация готовой продукции.

KazBeef занимает ведущие позиции среди отечественных производителей мраморной говядины, гарантируя высокое качество своей продукции за счёт полного контроля всех этапов производственного процесса.

Практическая значимость. Особую практическую значимость представляет оценка влияния состава ерлажей на среднесуточный прирост, переваримость питательных веществ и качество мяса, включая убойный выход и категорию туш. ТОО «KazBeef» — одно из немногих предприятий Казахстана, производящее мраморную говядину с преимущественно концентратным типом кормления на финальном этапе откорма. Несмотря на высокую продуктивность, зимой среднесуточный прирост не превышает 1300–1350 г. Хозяйство внедряет корнаж/эрлидж, что позволяет снижать затраты на корма, повышать продуктивность и качество мяса, соответствующего экспортным требованиям по мраморности.

Методика исследования. Для выполнения научно-хозяйственного опыта было сформировано две экспериментальные группы молодняка мясного направления крупного рогатого скота, по 30 голов в каждой. Подбор животных осуществлялся по принципу аналогичности, с учётом породной принадлежности, возраста и живой массы.

В эксперимент были включены бычки, кастрированные в день поступления в хозяйство. Начало проведения опыта датируется 1 апреля 2025 года. Период доращивания и откорма продолжался до достижения животными живой массы свыше 500 кг.

Все животные получали рационы, сбалансированные по питательности. В опытной группе зерновой компонент в виде кукурузы был заменён корнажом (эрлиджем) в пропорции, эквивалентной по энергетической и питательной ценности. Кормление животных проводилось два раза в сутки в соответствии с технологией, принятой в хозяйстве.

Перед каждой раздачей кормов проводилась визуальная оценка кормовых столов — остатков корма в кормушках. Это позволяло оперативно корректировать объём выдаваемых кормов и предотвращать как недокорм, так и избыточное потребление.

Оценка остатка корма осуществлялась по четырёхбалльной шкале:

- Пусто — корм полностью съеден;
- Очень мало — незначительные остатки;
- Оптимально — небольшое количество остатков, соответствующее норме;
- Излишки — значительное количество остатков, указывающее на возможный перерасход.

Полученные данные ежедневно вносились в специализированное программное обеспечение, которое автоматически рассчитывало необходимое количество корма для каждой группы животных. Такой подход обеспечивал точность кормления, минимизацию потерь кормов и равномерный рост поголовья в период откорма.

Контроль динамики живой массы осуществлялся путём индивидуального взвешивания животных один раз в месяц в утренние часы, до проведения кормления и поения. На основании результатов взвешивания рассчитывался среднесуточный прирост массы за каждый межвзвешивательный интервал.

По завершении откорма все животные были направлены на убой на мясокомбинат предприятия. При этом фиксировались следующие показатели:

- предубойная масса;
- убойный выход.

При этом ежедневно со специалистами ветеринарной службы проводили визуальный осмотр животных.

Результаты опыта. Одним из ключевых факторов повышения эффективности мясного скотоводства является оптимизация кормления. Использование высокоэнергетических кормов, таких как корнаж (эрлидж), позволяет интенсифицировать откорм, улучшить приросты живой массы и повысить рентабельность производства говядины. В условиях ТОО «KazBeef» корнаж/эрлидж используется как один из основных кормов в откормочных рационах, однако практическая оценка его влияния на продуктивность животных и экономические показатели предприятия требует системного анализа. В связи с этим актуальной является тема исследования, направленного на изучение влияния корнажа/эрлиджа на откормочные качества бычков и общую эффективность производства говядины (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика подопытных животных

№	Показатели	Группы	
		Контрольная	Опытная
1	Поголовья, гол	30	30
2	Живая масса при закупе, кг	283,4	282,3
3	Возраст, месяц	9,5	
4	Породный состав:		
	- беспородные бычки	4	
	- казахская белоголовая	6	
	- аулиекольская	5	
	- абердин ангусская	15	

В соответствии с программой откорма молодняка было разработано пять последовательных этапов кормления, учитывающих физиологическое состояние животных и цели откорма (таблица 2,3).

Этап 1 — адаптационный (30 дней): животные адаптировались к новым условиям содержания (беспривязное, круглогодично на открытом воздухе). Рацион способствовал развитию желудочно-кишечного тракта: 20 % грубого корма и 40 % эрлиджа от сухого вещества.

Этап 2 — интенсивное развитие пищеварения (30 дней): сено исключалось полностью, доля эрлиджа увеличена до 58 %, что обеспечивало рост живой массы при стабильной работе пищеварительной системы.

Этап 3 — переходный (30 дней): постепенно снижалась доля эрлиджа и увеличивалось количество концентратов, подготавливая организм к более энергетически насыщенному питанию.

Этап 4 — интенсивный откорм (30 дней): доля эрлиджа уменьшалась до 25 %, концентратов — до 74 %, что способствовало достижению высокой скорости прироста массы.

Этап 5 — заключительный концентратный откорм (до 180 дней): рацион преимущественно концентратный, доля эрлиджа минимальна. Откорм продолжался до достижения наивысшей упитанности и массы животных более 550 кг.

Таблица 2 - Рационы кормления контрольной группы

№	Показатели	Состав рациона, %									
		1		2		3		4		5	
		%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	Сено	20	1,3	-		-	-	-		-	
2	Кукуруза	39	2,5	58,5	4,7	40	3,6	25	2,5	15	2,1
3	Ячмень	40	2,6	40	3,2	58,8	5,3	73,7	7,4	83,5	11,7
4	Премикс	1	0,6	1,5	0,1	1,2	0,1	1,3	0,1	1,5	0,2
5	Сухого вещества, кг	100	6,4	100	8,0	100	9,0	100	10,0	100	14,0
6	Пер.протеин, г	-	464	-	596	-	837	-	813	-	1105
7	Сахар, г	-	126	-	194	-	154	-	396	-	532
8	СПО	-	0,3:1	-	0,3:1	-	0,3:1	-	0,5:1	-	0,5:1

Таблица 3 - Рационы кормления опытной группы

№	Показатели	Состав рациона, %									
		1		2		3		4		5	
		%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
1	Сено	20	1,3	-		-		-		-	
2	Эрлидж	39	2,5	58,5	4,7	40	3,6	25	2,5	15	2,1
3	Ячмень	40	2,6	40	3,2	58,8	5,3	73,7	7,4	83,5	11,7
4	Премикс	1	0,6	1,5	0,1	1,2	0,1	1,3	0,1	1,5	0,2
5	Сухого вещества, кг	100	6,4	100	8,0	100	9,0	100	10,0	100	14,0
6	Пер.протеин, г	-	506	-	676	-	774	-	855	-	1141
7	Сахар, г	-	130	-	429	-	334	-	230	-	211
8	СПО	-	0,3:1	-	0,6:1	-	0,4:1	-	0,3:1	-	0,2:1

Рационы кормления были составлены в соответствии с действующими нормативами потребности крупного рогатого скота в питательных веществах, с учётом возрастных и физиологических особенностей животных на каждом этапе откорма.

Для каждого периода были запланированы целевые значения среднесуточного прироста живой массы:

- 1 этап (адаптационный, 30 дней) — до 900 г/сутки;
- 2 этап (развитие пищеварения, 30 дней) — до 1000 г/сутки;
- 3 этап (переходный, 30 дней) — до 1100 г/сутки;
- 4 этап (интенсивный откорм, 30 дней) — до 1200 г/сутки;
- 5 этап (заключительный, до 180 дней) — до 1400 г/сутки.

Такая схема рационов позволяла обеспечить поэтапный прирост продуктивности с постепенным повышением питательной ценности рациона, что способствовало равномерному и эффективному росту животных в течение всего периода доращивания и откорма (рисунок 1, 2).

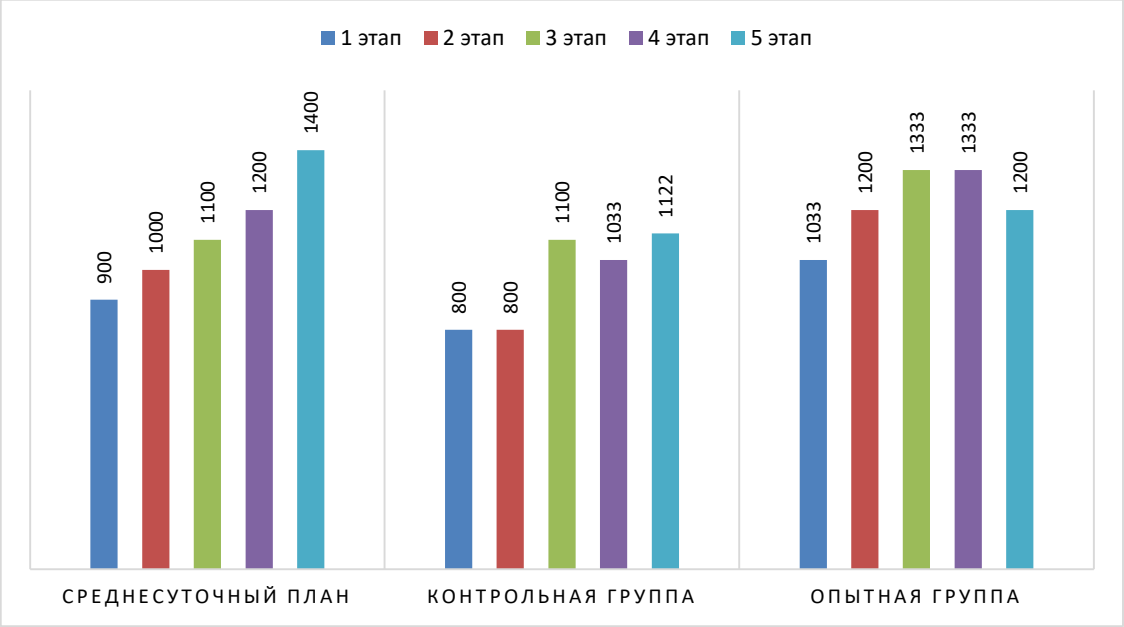


Рисунок 1 - Среднесуточный прирост подопытных животных по периодам

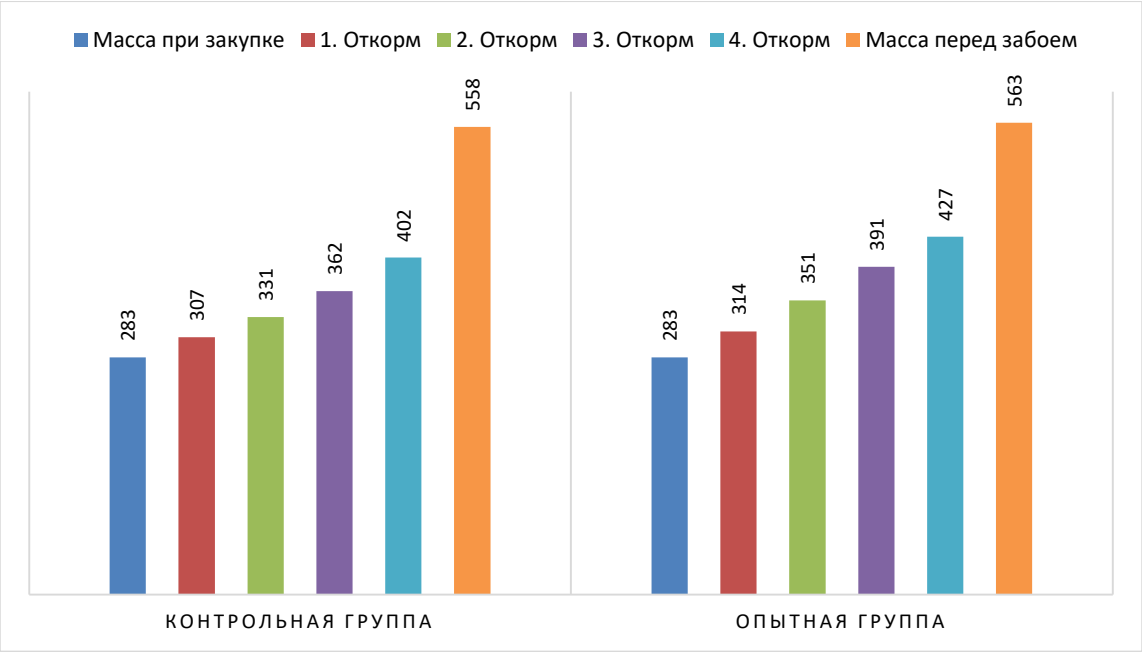


Рисунок 2 - Изменение живой массы подопытных животных

В ходе опыта мы наблюдали за ходом роста и развития кастратов с учетом породной принадлежности. При одинаковых условиях кормления и содержания изменения живой массы у разных пород значительно отличался (таблица 4).

Таблица 4 - Среднесуточные приросты и изменения живой массы у опытных кастратов разных пород

Породная принадлежность	Поголовья, гол	Возраст при закупе, мес	Контрольная группа				Опытная группа			
			Продолжительность откорма, дни	Живая масса, кг		с/суточный прирос, г	Продолжительность откорма, дни	Живая масса, кг		с/суточный прирос, г
				При закупе	При забое			При закупе	При забое	
б/п	4	13 ± 0	285 ± 0	317,2 ± 22,9	541± 19,8	785,2 ± 73,3	253	317,2 ± 22,9	548± 17,3	911,2 ± 95,0
Аулие-кольская	6	9,6 ± 2,8	234,2 ± 25,6	312,8 ± 29,7	542,5 ± 21,3	984,8 ± 127,9	228	312,8 ± 29,7	559± 113,3	1088,8 ± 170,2
Казахская белого-ловая	4	8 ± 0	246 ± 0	256,6 ± 17,1	572,2 ± 24,5	1282,8 ± 60,5	235 ± 0	256,6 ± 18,2	562,4 ± 21,4	1301,6 ± 106,6
Абердин-ангус	15	9,6 ± 2,8	267 ± 32,0	271,5 ± 55,72	584,1 ± 25,8	1174,2 ± 120,7	259,7 ± 34,8	271,1 ± 54,3	601,1 ± 30,9	1277,4 ± 83,3

Анализ показал, что породная принадлежность, возраст при закупке и показатели живой массы влияют на продуктивность даже при одинаковых условиях кормления. Животные опытной группы с эрлиджем демонстрировали более высокий среднесуточный прирост и забойную массу при сокращении длительности откорма. Наибольший прирост отмечен у казахской белоголовой породы, подтверждая её высокий генетический потенциал. Эти результаты согласуются с данными Serdar

Duru и Halil Sak (2017) [22], Hasan Hüseyin Şenyüz и соавт. (2020) [23] и Necmettin Ünal и соавт. (2025) [24], показывающими различия пород по приросту и убойной массе, а также эффективность откорма с учётом генетических особенностей (таблица 5).

Таблица 5 - Результаты убоя по группам

№	Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
1	Живая масса перед забоем, кг	568,1±30,2	563±16
2	Убойная масса, кг	325,8±15,8	339,5±2,1
3	Убойный выход, %	57±2	57,1±2,8
4	Масса внутреннего жира, кг	11,5±1,6	11±0,4
5	Убойный выход внутреннего жира, %	3,6±0,6	3,22±0,24

Животные опытной группы, получавшие эрлидж вместо кукурузного зерна, превосходили контроль по живой массе на 4,7 кг и по убойной массе на 5,0 кг, с убойным выходом 57,1 % (+0,4 %) и сокращением срока откорма на 32 дня. Масса внутреннего жира была ниже на 1,7 кг, а удельный выход жира — на 0,38 %, что свидетельствует о более интенсивном формировании мышечной ткани. Результаты подтверждают эффективность применения эрлиджа для повышения мясной продуктивности при одновременном снижении жироотложения и сокращении сроков откорма (таблица 6).

Таблица 6 - Результаты убоя в разрезе породной принадлежности

Породная принадлежность	Контрольная группа				Опытная группа			
	Убойная масса, кг	Убойный выход, %	Масса внутреннего жира, кг	Убойный выход внутреннего жира, %	Убойная масса, кг	Убойный выход, %	Масса внутреннего жира, кг	Убойный выход внутреннего жира, %
б/п	285,2± 7,3	52,8± 1,3	13,3±0,4	4,7±0,5	287,8± 8,2	52,3± 0,9	14,4± 3,4	5,0± 1,5
Аулиекольская	304,7± 12,5	56,2± 1,2	12,0±0,9	3,9±0,3	311,2± 8,3	55,7± 1,8	11,8± 0,8	3,8± 0,3
Казахская белоголовая	327,6± 13,2	57,0± 1,6	11,2±1,7	3,4±0,8	327,4± 17,4	58,2± 1,3	11,2± 0,2	3,4± 0,1
Абердин ангус	344,3± 19,7	58,9± 1,7	10,9±2	3,3±0,9	356± 21,1	59,4± 1,7	9,8± 1,2	2,9± 0,6

Анализ результатов опыта показал, что породная принадлежность и условия кормления существенно влияют на убойные показатели крупного рогатого скота. Во всех исследованных породах животные опытной группы, получавшие эрлидж (силос из кукурузных початков) вместо части зерновых концентратов, демонстрировали более высокие значения убойной массы и убойного выхода по сравнению с контрольной группой. Одновременно наблюдалось снижение массы и удельного выхода внутреннего жира, что свидетельствует о более интенсивном формировании мышечной ткани при меньшем жироотложении, что положительно отражается на качестве говядины и экономической эффективности производства.

Породная принадлежность играла ключевую роль в формировании откормочных и убойных показателей. Так, казахская белоголовая порода и абердин-ангусы продемонстрировали наивысшие показатели убойной массы и убойного выхода; у абердин-ангусов он достигал 58,7 %, что является максимальным среди изученных пород. Казахская белоголовая порода характеризовалась высокой убойной массой при умеренном уровне внутреннего жира. Убойный выход внутреннего жира у опытной группы был ниже по большинству пород, что подтверждает более эффективное формирование мышечной туши при использовании эрлиджа. Аулиекольская порода, несмотря на более низкую абсолютную убойную массу, показала относительно низкий уровень внутреннего жира, что может быть востребовано на рынках с предпочтением менее жирной говядины.

Результаты эксперимента согласуются с данными зарубежных исследований. Согласно Serdar Duru и Halil Sak (2017) [22], порода шароле обладает наибольшей убойной массой, а симментальская — наивысшими среднесуточными приростами. Şenyüz и соавт. (2020) [23] отметили, что порода лимузин имеет максимальный убойный выход при высоких приростах массы. По данным Ünal и соавт. (2025) [24], шароле показывает наилучшую эффективность откорма, а симментальская — наибольший выход мяса. Эти данные подтверждают, что генетические особенности породы в сочетании со стратегией кормления оказывают комплексное влияние на продуктивные качества КРС.

Таблица 7 - Результаты убоя в разрезе породной принадлежности

№	Породы	Контрольная группа				Опытная группа			
		Живая масса пред забоем, кг	с/сут. прирост, г	Уб. выхол, %	Уб.выход внутр. жира,%	Живая масса пред забоем, кг	с/сут. прирост, г	Уб. выхол, %	Уб.выход внутр. жира,%
1	б/п	541± 19,8	785,2± 73,3	52,8± 1,3	4,7± 0,5	548± 17,3	911,2± 95,0	52,3± 0,9	5,0± 1,5
2	Аулиеколь.	542± 21,3	984,8± 127,9	56,2± 1,2	3,9± 0,3	559± 113,3	1098,8± 170,2	55,7± 1,8	3,8±0,3
3	Каз.белог	572,2± 24,5	1282,8± 605	57,0± 1,6	3,4± 0,8	562,4± 21,4	1301,6± 106,6	58,2± 1,3	3,4±0,1
4	Аберд.ангус	584,1± 25,8	1174,2± 120,7	58,9± 1,7	3,3± 0,9	601,1± 30,9	1277,4± 83,3	59,4± 1,7	2,9±0,6
В среднем		569± 30,2	1102,6± 189,5	57,2± 2,6	3,6±0,6	579± 33,5	1194,9± 172,5	57,7± 2,9	3,5± 0,7

Анализ представленных материалов показывает, что у подопытных кастратов опытной группы, получавших корнаж, отмечается тенденция к увеличению живой массы перед убоем и среднесуточного прироста. Вместе с тем статистически значимых различий по сравнению с контрольной группой не выявлено ($p>0,05$) во всех породных подгруппах и по большинству изученных показателей.

В то же время влияние породной принадлежности выражено более отчетливо: животные беспородной группы характеризовались достоверно более низким убойным выходом (особенно по сравнению с абердин-ангусской и казахской белоголовой породами), а также достоверно меньшими среднесуточными приростами по сравнению с мясными породами.

По выходу внутреннего жира и живой массе перед убоем достоверных различий как между группами, так и между породами не установлено ($p>0,05$).

ТОО «KazBeef» является одним из ведущих производителей мраморной говядины в Казахстане, обеспечивая высокое качество продукции за счёт контроля всех этапов производственного процесса. Мраморность — это внутримышечное отложение жира в виде белых прожилок, напрямую влияющее на мягкость, сочность, вкусовые качества и экономическую ценность мяса. На уровень мраморности влияют:

- генетика (порода) — например, ангус, вагю и герефорд имеют высокую предрасположенность;
- режим кормления — зерновой откорм, особенно кукурузой, повышает мраморность;
- возрастные и гормональные факторы — молодые кастраты часто демонстрируют более выраженную мраморность;
- условия содержания и стресс — влияют на метаболизм липидов.

Мраморность оценивается визуально или с использованием цифрового анализа по количеству, размеру и распределению жировых вкраплений, преимущественно на разрезе длиннейшей мышцы спины на уровне 12–13-го ребра. Для классификации качества мяса используют систему грейдинга (grading), наиболее распространённой из которых в ТОО «KazBeef» является американская система USDA:

- USDA Prime — высокая мраморность, мясо молодых бычков (до 30 мес.), премиум-класс;
- USDA Choice — умеренная мраморность, высокое качество;
- USDA Select — минимальная мраморность, более постное мясо;
- Standard, Commercial, Utility и ниже — мясо низшего качества, не предназначенное для премиального потребления.

Таким образом, результаты опыта показывают, что сочетание породного потенциала и рационального использования эрлиджа позволяет повышать убойные показатели, оптимизировать жироотложение и формировать высококачественную мраморную говядину, соответствующую требованиям премиального рынка (таблица 7).

Таблица 8 - качество мяса по грейдингу

Породная принадлежность	Контрольная						Опытная					
	Качество мяса по грейдингу											
	Prime		Choice		Select		Prime		Choice		Select	
	гол	%	гол	%	гол	%	гол	%	гол	%	гол	%
Всего, в т.ч.:	10	34	13	43	7	23	13	43	13	43	4	13
б/п	-	-	-	-	4	100	-	-	1	25	3	75
Аулиекольская	1	17	4	66	1	17	2	33	3	50	1	17
Казахская белоголовая	3	60	2	40	-		3	60	2	40	-	
Абердин ангус	6	40	7	47	2	13	8	53	7	47	-	

Таблица 9 - Выход массы туши по частям (передняя/задняя)

№	Породы	Поголовья, гол	Масса туши, кг	Опытная группа				Масса туши, кг вес, кг	Контрольная группа			
				Задняя		Передняя			Задняя		Передняя	
				%	вес, кг	%	%		%	вес, кг	%	вес, кг
1	Абердин-ангус	15	332,9 ± 18,1	49,5 ± 1,4	166,4 ± 12,2	50,5 ± 1,4	166,5 ± 5,9	326,7 ± 15,6	49,2 ± 0,8	160,8 ± 11	50,8 ± 0,8	165,9 ± 4,6
2	Казахская белоголовая	5	327,4 ± 12,6	49,7 ± 1,6	162,7 ± 8,5	50,3 ± 1,6	164,7 ± 4,1	327,6 ± 16,5	49,5 ± 1,1	162,1 ± 12,3	50,5 ± 1,1	169,4 ± 8,1
3	Аклиекольская	6	311,2 ±3,6	47,6 ± 0,5	156,8 ± 2,6	52,4 ± 0,5	163,1 ± 2,5	304,7 ± 6,4	47,7 ± 0,7	145,3 ± 4,5	52,3 ± 0,7	159,4 ± 1,9
4	Беспородная	4	287,5 ± 27,3	45,5 ± 2,6	131± 23,2	54,5 ± 2,6	156,8 ± 3,8	285,3 ± 25,8	47,0 ± 1,4	131,1 ± 18,7	53,0 ± 1,4	151,2 ± 10,1
Итого		30	314,8	48,1	154,2	51,9	160,6	311,1	48,4	149,8	51,6	161,3

В рамках годового плана производства предприятия были установлены целевые показатели по грейдингу говядины: 25 % — Prime, 50 % — Choice и 25 % — Select. Фактические результаты показали превышение плановых значений по Prime-категории: в контрольной группе — в 1,3 раза, в опытной — в 1,7 раза. Наибольшая доля мяса высшего качества отмечена у абердин-ангус: Prime составила 34 % в контрольной и 43 % в опытной группе.

При разделке туш крупного рогатого скота полутуши делят на переднюю и заднюю четверти, линия раздела проходит между 12-м и 13-м ребрами. Передняя четвертина включает грудную клетку, лопаточный отдел, часть рёбер и шейно-грудинный сегмент, поэтому её масса обычно превышает заднюю (примерно 52 % / 48 %). Задняя четвертина содержит крупные мышечные группы тазобедренной и поясничной области и ценится выше по выходу высококачественных отрубов, что делает её увеличение массой важной задачей при откорме.

С целью анализа распределения массы частей туши у подопытных животных собирались соответствующие данные (таблица 9).

Анализ таблицы показывает, что в целом соотношение выхода задней части туши к передней в опытной группе составило 48,1:51,9, а в контрольной группе - 48,4:51,6. В разрезе пород отмечаются существенные различия: у абердин-ангусов и казахской белоголовой породы соотношение составило 49,5:50,5, тогда как у беспородного поголовья - 45,5:54,5, что, вероятнее всего, обусловлено различиями породного типа и экстерьерно-конституциональных особенностей (развитие мышечной ткани задней части, степень и характер жироотложения), влияющих на распределение массы по анатомическим отделам туши (рисунок 3).

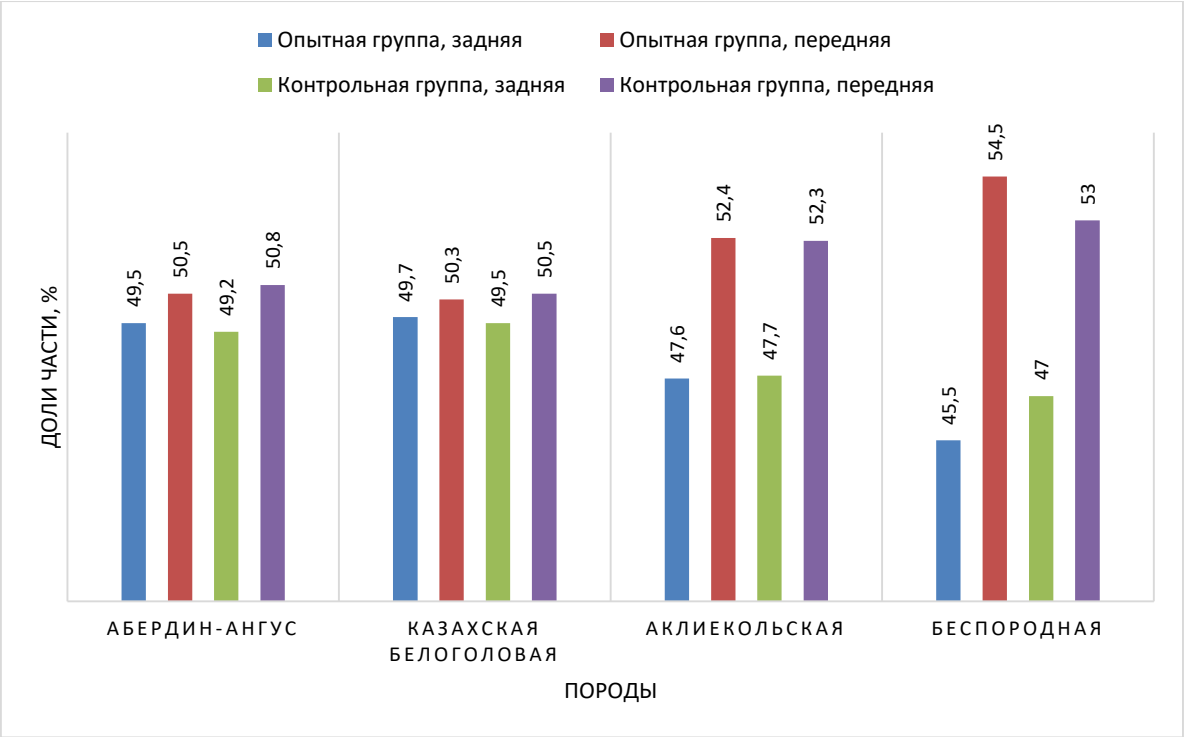


Рисунок 3 - Вход мяса туши по частям (передняя/задняя)

Несмотря на то, что при производстве мяса ключевое значение имеет качество продукции, научных работ, посвящённых изучению факторов, влияющих на увеличение доли наиболее ценной (задней) части туши, немного. Одним из немногих исключений является работа Lukić M. et al. (2017). Доли (%) авторы рассчитывали по формуле 1:

задняя, % = задняя / (передняя + задняя) × 100 (1)

Согласно данным Lukić M. et al. (2017), выход частей туши не зависит от породы и пола животных, что согласуется с результатами наших исследований. Оптимальным считается соотношение частей туши 45–46 : 55–56. Выявленная в опыте незначительная тенденция к увеличению доли задней части туши у кастратов абердин-ангусской и казахской белоголовой пород статистически недостоверна. Различия в кормлении также не оказали существенного влияния на выход массы частей туши.

Экономическая эффективность. Снижение себестоимости говядины повышает рентабельность, доступность продукции, инвестиционную привлекательность отрасли и экспортный потенциал при сохранении качества мяса. Рациональное кормление и сокращение сроков откорма снижают жироотложение и улучшают эффективность производства. Конверсия корма (FCR) показывает, сколько корма требуется для прироста 1 кг живой массы, напрямую влияя на себестоимость и прибыль. Низкое значение FCR обеспечивает рациональное использование кормов, экономию ресурсов и снижение экологической нагрузки (таблица 9, 10, 11).

Таблица 10 - Расход кормов по периодам в контрольной группе на 1 голову, кг

Корма	Периоды допрашивания и откорма										За 285 дней
	1		2		3		4		5		
	день	30 дн	день	30 дн	день	30 дн	день	30 дн	день	165 дн	
Сено	1,5	45	-	-	-	-	-	-	-	-	45
Кукуруза	2,9	87	5,5	165	4,2	126	2,9	87	2,5	413	878
Ячмень	3,0	90	3,8	114	6,2	186	8,7	261	13,8	2277	2928
Премикс	0,6	18	1,7	51	1,3	39	1,4	42	1,7	281	431

Таблица 11 - Расход кормов по периодам в опытной группе на 1 голову, кг

Корма	Периоды допрашивания и откорма,кг										За 253 дня
	1		2		3		4		5		
	день	30 дней	день	30 дней	день	30 дней	день	30 дней	день	133 дней	
Сено	1,5	45									45
Эрлидж	6,2	186	11,8	354	9,0	270	6,3	189	5,3	705	1704
Ячмень	3,0	90	3,8	114	6,2	186	8,7	261	13,8	1835	2486
Премикс	0,6	18	1,7	51	1,3	39	1,4	42	1,7	226	375

Таблица 12 - Конверсия корма у подопытных животных, кг св на 1 кг прироста

№	Корма	Группы			
		Контрольная		Опытная	
		Корма, кг	СВ, кг	Корма, кг	СВ, кг
1	Сено	45	38,3	45	38,3
2	Кукуруза	878	746,3	-	-
3	Эрлидж	-	-	1704	852
4	Ячмень	2928	2488,8	2486	2113,1
5	Премикс	431	387,9	375	337,5
6	Всего	-	3661,6	-	3340,9
7	Прирост, кг	284,9		287,7	
8	Конверсия корма	12,9		11,6	

Анализ данных показывает, что общее потребление корма на 1 кг прироста остаётся высоким, однако в опытной группе оно снизилось на 10,1 %, что свидетельствует о значительном улучшении кормовой эффективности. В литературе рекомендуемое значение FCR для эффективного производства говядины не превышает 7,5 кг сухого вещества на 1 кг прироста. Полученные показатели, тем не менее, остаются выше этого ориентира. Так, по данным Davison et al. (2023) [7], при концентратном рационе FCR составлял 7,53 ± 1,40 кг, а при смешанном — 8,52 ± 1,22 кг (Davison et al., 2023, Sensors) [7]. Это подтверждает, что даже современные методы кормления могут приводить к превышению условно «эффективного» уровня. Следовательно, на результаты откорма влияют тип рациона, генетика животных, условия содержания и другие факторы (таблица 12).

Таблица 13 - Себестоимость кормов за период доращивания и откорма

Корма	Себестоимость, т/тн	Контрольная группа		Опытная группа	
		кг	тенге	кг	тенге
Сено	25 000	45	1 125	45	1125
Кукуруза	45 350	878	39 817	-	-
Эрлидж	22 930	-		1 704	39 073
Ячмень	47 220	2 928	138 260	2 486	117 389
Премикс	2,1	431	905	375	787
Всего	-	-	180 107	-	158 374

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что общие затраты на корма в опытной группе, где животные получали эрлидж, ниже, чем в контрольной: 158 374 тенге против 180 107 тенге. Таким образом, экономия составила 21 733 тенге, или 12,1%. Учитывая, что при откорме молодняка крупного рогатого скота доля кормов в структуре себестоимости, как правило, превышает 60%, снижение кормовых затрат на ~12% обеспечивает предприятию существенную экономию.

Вывод. Анализ научно-практического опыта показал, что замена кукурузного зерна на альтернативный компонент в рационе положительно повлияла на продуктивность КРС. Срок откорма сократился на 32 дня, среднесуточный прирост увеличился на 104 г, а убойный выход — на 0,2 %. Масса и удельный выход внутреннего жира снизились, что улучшает качество мяса. Конверсия корма повысилась на 10,1 %, а себестоимость кормов снизилась на 12,1 %, что подтверждает экономическую эффективность рационов. Соотношение задней и передней частей туши оставалось стабильным и не зависело от породы или рациона.

Список литературы

1. Алексеев Т. Н., Иванов А. В., Петров С. И. Влияние эрлиджных рационов на рост и мясную продуктивность бычков // Кормление сельскохозяйственных животных. – 2020. – № 4. – С. 28–34.

2. Герасимов Н. П., Каюмов Ф. Г., Амерханов Х. А. Генетические факторы роста и мясной продуктивности бычков в период откорма // Вестник мясного скотоводства. – 2024. – № 2. – С. 41–48.
3. Горлов И. Ф., Карпенко Е. А., Мосолова Д. С. Технологии кормления молодняка мясного скота в условиях интенсивного производства. – Волгоград: ВолГАУ, 2024. – 156 с.
4. Гостева Е. Р. Рост и развитие бычков различного происхождения при интенсивном откорме // Зоотехния. – 2021. – № 6. – С. 22–27.
5. Грицына О. В. Использование эрлиджа в рационах откормочного молодняка крупного рогатого скота // Кормопроизводство. – 2019. – № 5. – С. 36–40.
6. Грошей О. А. Формирование мраморности говядины при зерновом откорме // Мясная индустрия. – 2023. – № 3. – С. 19–24.
7. Дависон Р., Смит Дж., Браун Л. Feed conversion efficiency in beef cattle under different dietary regimens // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 5. – P. 1120–1132.
8. Джонсон М., Смит Р., Аллен Д. Effect of corn ear silage on rumen fermentation and beef marbling // Journal of Animal Science. – 2017. – Vol. 95, No. 8. – P. 3567–3574.
9. Иргашев Т. А., Абдуллаев А. Б., Нурматов Д. К. Влияние структуры рационов на рост телок мясных пород // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – № 2. – С. 45–50.
10. Коваль М. П. Физиологические основы кормления жвачных животных. – М.: Колос, 1972. – 312 с.
11. Корнилов Л. М. Качество корнажа и его влияние на продуктивность крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных. – 2021. – № 1. – С. 14–18.
12. Косилов В. И., Жаймышева С., Герасимова Т. П. Физиологические основы кормления молодняка мясного скота. – Оренбург: ОГАУ, 2024. – 198 с.
13. Котов А. А., Смирнов И. П., Ларионов И. Г. Эрлидж как элемент интенсивных технологий откорма КРС // Аграрная наука. – 2020. – № 7. – С. 52–57.
14. Ларионов И. Г., Смирнов И. П., Кузнецов Д. А. Влияние эрлиджных рационов на переваримость питательных веществ у бычков // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 33–38.
15. Мустафин А. Ж. Эффективность использования зерно-сенажно-соломистого эрлиджа при откорме бычков казахской белоголовой породы // Вестник АПК Казахстана. – 2022. – № 4. – С. 59–64.
16. Насамбаева Е. Г. Рационы и эффективность откорма молодняка крупного рогатого скота // Животноводство Казахстана. – 2024. – № 1. – С. 21–26.
17. Салун А. С. Биологические основы кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1970. – 284 с.
18. Сидихов Т. М., Амерханов Х. А., Каюмов Ф. Г., Герасимова Н. П. Интенсивный откорм молодняка крупного рогатого скота. – Оренбург: ОГАУ, 2017. – 176 с.
19. Соколов П. Н. Корнаж в рационах откорма крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных. – 2020. – № 3. – С. 9–13.
20. Титов Н. И. Использование корнажа в кормлении свиней на откорме // Свиноводство. – 2019. – № 2. – С. 41–45.
21. Явнов М. В., Фролов А. Н., Соболева Н. В. Эффективность различных схем нагула и откорма бычков // Мясное скотоводство. – 2024. – № 2. – С. 17–23.
22. Serdar D., Sak H. Comparative fattening performance of various cattle breeds // Journal of Animal Science. – 2017. – Vol. 95, No. 3. – P. 245–254.
23. Şenyüz H. H., Erat S., Karslı M. A., Soydemir İ. Growth and slaughter performance of Limousin, Charolais and Simmental breeds // Livestock Science. – 2020. – Vol. 239. – P. 104–115.
24. Ünal N., Polat M., Yakan A. Breed differences in feedlot efficiency and meat yield in cattle // Animal Production Science. – 2025. – Vol. 65, No. 2. – P. 78–89.
25. Yeszhanova G., Baykadamova G., Mutushev A. M. Adaptation of young cattle to energy-dense diets // Veterinary World. – 2023. – Vol. 16, No. 5. – P. 1012–1018.

УДК 636.082.251

Баймуканов Д.А., Шамекова М.Х.
Институт биологии и биотехнологии растении, г. Алматы, Казахстан
Карибаева Д.К., Аубакиров Х.А., Каргаева М.Т.
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Уральск, Казахстан

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ КОБЫЛОК КАЗАХСКИХ ЛОШАДЕЙ

Аннотация. Объект исследования - казахская порода лошадей южной популяции. Цель исследования - изучить закономерности роста и развития кобылок казахских лошадей в Жамбылской области. Формирование опытных групп проводили методом пар-аналогов. Жеребцы-производители казахских лошадей имеют высоту в холке 145,7-151,3 см, косую длину туловища 155,5-158,4 см, обхват груди 182,4-185,9 см, обхват пясти 19,2 и живую массу 499,7-535,7 кг. Кобылы казахских лошадей имеют промеры тела и живую массу: в К/Х «Ертай» 139,2-142,5-169,4-19,7 см и 409,9; в К/Х

«Шилі-Қарын» 139,8-145,4-169,2-18,2 см и 408,1 кг; в К/Х «Шәушен» 139,5-147,1-175,9-20,9 см и 485,9 кг; в К/Х «Сеним» 139,8-145,1-175,7-18,8 см и 445,9 кг. Кобылки 2024 года рождения характеризуются интенсивным развитием промеров тела и живой массой с 3-х месячного до 6-ти месячного возраста, обусловленные хорошей молочностью их матерей (кобыл). От 3-х месячного возраста до 24-месячного возраста у кобылок увеличение промеров тела и живой массы составили: в К/Х «Ертай» 28,64-36.99-48,44-4,13 см и 142,46 кг; К/Х «Шилі-Қарын» 33,19-49,08-55,22-3,86 см и 200,30 кг; К/Х «Шәушен» 31,99-40,31-50,47-3,37 см и 253,76 кг; К/Х «Сеним» 31,00-36,91-60,24-3,81 см и 170,85 кг. Установлено, что у кобылок средний суточный прирост составляет: от 3-х до 6-ти месячного возраста 454-304-458-454 г: т 6-ти до 12-мес возраста 328,5-402-482,3-328,5 г; от 12-ти до 18-ти месячного возраста 171-323,7-146-222 г; от 18-ти до 24-х месячного возраста 17-234,5-243,3-171,2 г. Такой темп прироста является характерным для лошадей казахских пород.

Ключевые слова: казахская лошадь, кобылки, рост, развитие, скороспелость.

Продуктивное коневодство в Казахстане развивается за счет разведения казахской породы лошадей с использованием прилития заводских пород (Assanbayev *et al.,* 2018; Sansyzbayev *et al.,* 2024; Toktabay *et al.,* 2022) [1, 2, 3]. Содержание казахских лошадей пастбищное (Zh. Artykbayev, 2022; Rzabayev *et al.,* 2022; Pozharskiy *et al.,* 2023; Kabylbekova *et al.,* 2023) [4,5,6]. Определение зоотехнических параметров лошадей является необходимым мероприятием в селекционной работе (К. Исхан и др. 2018) [7].

Цель исследования - изучить закономерности роста и развития кобылок казахских лошадей в Жамбылской области. Экспериментальные работы проводились по казахской породе лошадей в 3-х хозяйствах Жамбылской области Республики Казахстан с июля 2024 по март 2026 г.г.: в крестьянском хозяйстве «Ертай» Жуалынского района, крестьянском хозяйстве «Шәушен» Турар Рыскуловского района, крестьянском хозяйстве «Шилі-Қарын» Байзакского района..

Формирование опытных групп проводили методом пар-аналогов (A. Baimukanov *et al*., 2024) [8]. Изучение промеров тела и живой массы проводили согласно инструкции по бонитировке лошадей [9,10,11].

Статистическую обработку данных исследований проводили по общепринятой методике статистического анализа с использованием программы Microsoft Excel 97. Достоверность разницы между средними значениями признаков определяли по t-критерию Стьюдента (The basics of biometrics, 2011) [11].

Жеребцы-производители казахских лошадей имеют промеры тела и живую массу: в К/Х «Ертай» 148,1-155,5-184,2-19,2 см и 499,7 кг; в К/Х «Шилі-Қарын» 145,7-158,4-182,4-19,2см и 503,8 кг; в К/Х «Шәушен» 151,3-155,8-185,9-22,9 см и 535,7 кг; в К/Х «Сеним» 148,6-155,8-182,9-19,8-496,2 см и 496,2 кг (табл. 1).

Кобылы казахских лошадей имеют промеры тела и живую массу: в К/Х «Ертай» 139,2-142,5-169,4-19,7 см и 409,9; в К/Х «Шилі-Қарын» 139,8-145,4-169,2-18,2 см и 408,1 кг; в К/Х «Шәушен» 139,5-147,1-175,9-20,9 см и 485,9 кг; в К/Х «Сеним» 139,8-145,1-175,7-18,8 см и 445,9 кг.

По промерам тела и живой массе взрослое поголовье соответствует породе. Исходя из этого полученный приплод также соответствует изучаемой породе (табл. 2).

Кобылки 2024 года рождения характеризуются интенсивным развитием промеров тела и живой массой с 3-х месячного до 6-ти месячного возраста, что обусловлено хорошей молочностью их матерей (кобыл).

Таблица 1 — Промеры тела и живая масса родителей молодняка

Признаки	Жеребцы-производители ($\bar{X}\pm Sx$)	Матери ($\bar{X}\pm Sx$)
1	2	3
К/Х «Ертай»		
Высота в холке, см	148,1±1,1	139,2±0,8
Косая длина туловища, см	155,5±1,4	142,5±0,9
Обхват груди, см	184,2±2,5	169,4±2,8
Обхват пясти, см	19,2±0,2	19,7±0,31
Живая масса, кг	499,7±3,8	409,9±5.3

К/Х «Шилі-Қарын»		
Высота в холке, см	145,7±0,7	139,8±1,3
Косая длина туловища, см	158,4±1,1	145,4±1,7
Обхват груди, см	182,4±2,3	169,6±2,9
Обхват пясти, см	19,2±0,2	18,2±0,2
Живая масса, кг	503,8±5,1	408,1±9,6
К/Х «Шәушен»		
Высота в холке, см	151,3±0,6	139,5±1,1
Косая длина туловища, см	155,8±0,9	147,1±1,8
Обхват груди, см	185,9±2,7	175,9±3,1
Обхват пясти, см	22,9±0,2	20,9±0,2
Живая масса, кг	535,7±6,1	485,9±9,2
К/Х «Сеним» 72,3%.		
Высота в холке, см	148,6±1,1	139,8±1,5
Косая длина туловища, см	155,8±1,5	145,1±1,3
Обхват груди, см	182,9±3,1	175,7±2,8
Обхват пясти, см	19,8±0,2	18,8±0,2
Живая масса, кг	496,2±8,3	445,9±9,1

От 6-ти до 12-ти месячного возраста интенсивность развития промеров тела и живой массы несколько снижается, в сравнении с молочным периодом. Данная закономерность наблюдается у всех кобылок, независимо от хозяйства.

С 12-ти месячного до 18-ти месячного возраста кобылки после отъема привыкают к естественным пастбищам. В этот период промеры тела увеличиваются в среднем на 6%, а живая масса - на 12-20%.

От 18 –месячного до 30 –месячного возраста у кобылок промеры тела и живой массы увеличиваются до 65-70% от параметров взрослых кобыл.

От 3-х месячного возраста до 24-месячного возраста у кобылок увеличение промеров тела и живой массы составили: в К/Х «Ертай» 28,64-36.99-48,44-4,13 см и 142,46 кг; К/Х «Шилі-Қарын» 33,19-49,08-55,22-3,86 см и 200,30 кг; К/Х «Шәушен» 31,99-40,31-50,47-3,37 см и 253,76 кг; К/Х «Сеним» 31,00-36,91-60,24-3,81 см и 170,85 кг.

Таблица 2 — Динамика промеров тела и живой массы молодняка от 3-х до 18-ти месячного возраста (кобылки 2024 г.р.)

Возраст, мес	Промеры, см				Живая масса, кг ($\bar{X}$±Sx̄)
	высота в холке ($\bar{X}$±Sx̄)	косая длина туловища ($\bar{X}$±Sx̄)	Обхват		
			груди ($\bar{X}$±Sx̄)	Пясти ($\bar{X}$±Sx̄)	
1	2	3	4	5	6
К/Х «Ертай» (n=15)					
3	108,69±1,47	101,81±3,36	103,69±1,72	12,44±0,15	128,94±0,81
6	121,63+1,72	117,50+1,63	118,50+2,25	13,65+0,08	169,81+2,08
12	123,81+1,14	126,81+0,80	138,44+0.73	14,58+0,15	228,94+2,22
18	132,53+1,78	133,73+1,08	146,80+0,94	15,91+0,04	259,73+7,16
24	137,33+1,29	138,80+0,96	152,13+1,23	16,57+0,19	291,40+6.38
К/Х «Шилі-Қарын» (n=28)					
3	105,88+1,39	92,13+2,10	103,53+1,39	12,28+0,06	117,84+1,54

6	115,63+1,65	106,22+1,56	119,19+1,23	13,78+0,06	145,28+2,30
12	123,90+1,17	124,77+0,97	133,90+1,00	14,86+0,06	217,67+2,43
18	132,54+1,20	136,11+1,48	145,82+0,94	15,54+0,12	275,93+6,56
24	139,07+1,66	141,21+1,48	158,75+1,05	16,14+0,06	318,14+4,17
К/Х «Шәушен» (n=23)					
3	109,40+1,14	103,60+1,43	108,23+1,02	12,77+0,11	121,63+0,91
6	119,29+1,10	112,39+0,87	124,86+0,75	14,10+0,11	162,89+1,57
12	130,43+0,97	129,71+0,53	138,54+0,96	15,22+0,06	249,71+2,30
18	132,54+0,92	136,15+1,14	145,85+1,09	15,53+0,13	275,92+4,71
24	141,39+1,03	143,91+0,75	158,70+0,93	16,14+0,06	318,09+3,26
К/Х «Сеним» (n=29)					
3	108,69±1,47	101.81±3,36	103,69±1,72	12,44±0,15	128,94±0,81
6	121,63+1,72	117,50+1,63	118,50+2,24	13,65+0,08	169,81+2,08
12	123,81+1,14	126,81+0,80	138,44+0,73	14,58+0,15	228,94+2,22
18	133,13+0,88	134,69+0,99	142,13+0,74	15,29+0,06	268,94+5,82
24	139,69+0,72	138,72+0,75	163,93+0,41	16,25+0,06	299,79+3.64

Определены абсолютный, относительный и среднесуточный прирост (табл.3).

Установлено, что у кобылок средний суточный прирост составляет: от 3-х до 6-ти месячного возраста 454-304-458-454 г: т 6-ти до 12-мес возраста 328,5-402-482,3-328,5 г; от 12-ти до 18-ти месячного возраста 171-323,7-146-222 г; от 18-ти до 24-х месячного возраста 17-234,5-243,3-171,2 г. Такой темп прироста является характерным для лошадей казахских пород.

Таблица 3 — Показатели роста молодняка по периодам

Возраст, Мес	От 3-х до 18-ти месяцев			
	живая масса, кг ($\bar{X}$±Sx̄)	абсолютный прирост, кг	среднесуточный прирост, г	относительная скорость роста по Броди, %
1	2	3	4	5
К/Х «Ертай» (n=15)				
3 мес	128,94±0,81	-	-	-
6 мес	169,81±2,08	40,87	454	31,70
12 мес	228,94±2,22	59,13	328,5	34,82
18 мес	259,73±7,16	30,79	171	13.45
24 мес	291,40±6.38	31,67	176	12,20
К/Х «Шилі-Қарын» (n=28)				
3 мес	117,84±1,54	-	-	-
6 мес	145,28±2,30	27,44	304	23,29
12 мес	217,67±2,43	72,39	402	49,83
18 мес	275,93±6,56	58,26	323,7	26,77
24	318,14±4,17	42,20	234,5	15,30
К/Х «Шәушен» (n=23)				
3 мес	121,63±0,91	-	-	-
6 мес	162,89±1,57	41,26	458	33,92
12 мес	249,71±2,30	86,82	482,3	53,30
18 мес	275,92±4,71	26.21	146	10,50
24	318,09±3,26	42,17	234,3	15,29
К/Х «Сеним» (n=29)				
3 мес	128,94±0,81	-	-	-
6 мес	169,81±2,08	40,87	454	31,70
12 мес	228,94±2,22	59,13	328,5	34,82
18 мес	268,94±5,82	40,0	222	17,47
24	299,79±3.64	30,80	171,20	11,46

Заключение. От 3-х до 24-ти месячного возраста рост и развитие молодняка лошадей, в различные возрастные периоды протекает неравномерно. Интенсивное развитие наблюдается в первые месяцы жизни, то есть до годовалого возраста. От годовалого возраста до двух лет

интенсивность роста снижает более трех раз. Данная закономерность является общей для молодняка лошадей казахских пород.

Источник финансирования. Исследования проведены по научно-технической программе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22887106 «Применение молекулярно-генетических методов для оптимизации управления генетическими ресурсами лошадей и разработка инновационных технологий для продуктивного коневодства» шифр О.1271.

Этика. При проведении научно-исследовательской работы соблюдены все принципы научной этики. Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Assanbayev T., Shamshidin A., Kikebayev N., Kassymbekova L., Rzabayev T., Nurzhanova K. 2018. The creation of the Bestau factory type of the kazakh dhzabe horse breed and a linear breeding as a kazakh horse breed productiv ity increasing method in the north east Kazakhstan conditions. *Ad Alta. Journal of interdisc iplinary research*. P. 90-100. https://www.magnanimitas.cz/ADALTA/090105/papers/G_04.pdf
2. Sansyzbayev B., Sydykov D., Kozhanov Zh., Akhmetov U., Zhenishbekov A. I. 2024. Organization and analysis of production efficiency horse breeding products by breed and region of the Republic of Kazakhstan*. Journal of osh state university. agriculture: agronomy, veterinary and zootechnics*. №2(7). P. 219-226. DOI: 10.52754/16948696_2024_2(7)_24.
https://www.researchgate.net/publication/381968496_ORGANIZATION_AND_ANALYSIS_OF_PRODUCTION_EFFICIENCY_HORSE_BREEDING_PRODUCTS_BY_BREED_AND_REGION_OF_THE_REPUBLIC_OF_KAZAKHSTAN
3. Toktabay A.U., Nugumarova A.S. 2022. Problems of Kazakh Horse Breeding in the Works of Researchers of the Russian Empire. *Bylye Gody*. 17(2). P. 604-620 DOI: 10.13187/bg.2022.2.604. https://repository.enu.kz/handle/enu/18447
4. Artykbayev Zh. 2022. The origin of horse breeding and its role in history (based on the materials of Saryarka). *Bulletin of history*. №1 (104). P. 71-79. https://doi.org/10.26577/JH.2022.v104.i1.08. https://bulletin-history.kaznu.kz/index.php/1-history/article/download/1383/827/3271
5. Rzabayev, T., Rzabayev, S., Rzabayev, K. 2022. A New Intra-Breed Type, "Mamyr-Aktobe," of the Kushum Breed of Horses of the Aktobe Population. *Archives of Razi Institute.* Vol. 77. No. 6. P. 2273-2279. DOI: 10.22092/ARI.2022.360058.2539. https://archrazi.areeo.ac.ir/article_127825.html
6. Kabylbekova D.I., Khamzina Zh., Aubakirova K.P., Ibadullayeva A.A. 2023. Evaluation and comparison of three methods of DNA extraction from Kazakh horse of the type Zhabe. Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География». № 1(109). P. 69-70. DOI 10.31489/2023BMG1/69-75 https://biollogy-medcine-geography-vestnik.ksu.kz/index.php/bmg-vestnik/article/download/337/312/621
7. Исхан К.Ж., Демин В.А., Юлдашбаев Ю.А., Баймуканов А.Д. Зоотехнические особенности табунных лошадей // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 9. С. 57–60. https://doi.org/10.24411/0235-2451. https://elibrary.ru/item.asp?id=41158182 https://cyberleninka.ru/article/n/zootehnicheskie-osobennosti-tabunnyh-loshadey.pdf
8. Баймуканов, А. Д. Основы опытного дела в животноводстве: учебное пособие [Текст] / сост. А.Д. Баймуканов, Д.А. Баймуканов, С.Д. Батанов, А.М. Абдулмуслимов, Ю.А. Юлдашбаев, С.В. Савчук, И.А. Баранова; под общ. ред. Д.А. Баймуканова. – Москва: ЭйПиСиПаблишинг, 2024. – 136 с.: ил. (ISBN 978-5-6051413-5-8). 2024.04.01 отпечатано. https://agriexpert.ru/articles/3455/osnovy-opytnogo-dela-v-zivotnovodstve-ucebnoe-posobie
9. Инструкция по бонитировке лошадей местных пород Казахстана [Текст]. – Астана, 2014. – 22 с. https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14F0009818/links
10. Об утверждении инструкций по бонитировке. 2014. *Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 10 октября 2014 года № 3-3/517*. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 23 октября 2014 года № 9818. https://share.google/6fIP3ZAT8Ay4v3vaI
11. О внесении изменений и дополнений в приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 10 октября 2014 года № 3-3/517 "Об утверждении инструкций по бонитировке сельскохозяйственных животных и стандарта пород". 2016. *Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 мая 2016 года № 239*. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 27 июня 2016 года № 13832. https://share.google/air39aZGWtMUayjJM
12. The basics of biometrics. Educational and methodical manual. - Vitebsk. – 2011. - 40 p. (ISBN 985-6749-67-0). https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/07/12Osnovy-biometrii-BTF.pdf

УДК 664.691/694

Хлыбова А.Л., Белякова К.Д.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ЗООГИГИЕНА НА ФЕРМЕ: ПОЧЕМУ ЧИСТОТА — ЗАЛОГ ЗДОРОВЬЯ И ПРИБЫЛИ

Аннотация. В статье рассматривается ключевая роль зоогигиены в обеспечении здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных. Анализируется влияние чистоты и параметров микроклимата на физиологическое состояние поголовья, уровень заболеваемости и экономическую эффективность животноводческих предприятий. Особое внимание уделяется взаимосвязи между

нарушением зоогигиенических норм, развитием стресса у животных и прямыми финансовыми потерями. Показано, что инвестиции в профилактические мероприятия и современные системы уборки являются экономически более выгодными, чем затраты на лечение и ликвидацию последствий антисанитарии.

Ключевые слова: зоогигиена, ветеринарно-санитарные мероприятия, микроклимат, стресс-факторы, биобезопасность, рентабельность животноводства, профилактика заболеваний, продуктивность, утилизация навоза, дезинфекция.

В условиях стремительно трансформирующегося глобального рынка животноводческой продукции, характеризующегося обострением конкурентной борьбы и ужесточением требований к качеству и безопасности продукции, достижение устойчивой рентабельности и долгосрочного успеха животноводческих предприятий требует реализации комплексного, научно обоснованного подхода к управлению производственными процессами.

Современная практика убедительно демонстрирует, что опора исключительно на генетический потенциал сельскохозяйственных животных — даже при использовании высокопродуктивных пород и линий — не позволяет в полной мере раскрыть их биологические возможности. Реализация генетически детерминированных показателей продуктивности находится в прямой зависимости от совокупности внешних факторов, среди которых центральное место занимает зоогигиена как междисциплинарная научная область.

Зоогигиена изучает влияние различных компонентов среды обитания (микроклимата, качества воздуха и воды, параметров освещения, структуры рациона, условий содержания и т.д.) на физиологическое состояние, здоровье, репродуктивные качества и продуктивность животных. Её прикладная задача состоит в разработке и внедрении научно обоснованных нормативов и технологий, обеспечивающих создание оптимальной и безопасной среды для поголовья.

Ключевые аспекты влияния зоогигиенических факторов на эффективность животноводства включают:

1. Зоогигиена как основа биобезопасности и профилактики заболеваний

Поддержание строгого санитарного порядка на всех этапах технологического цикла животноводческого производства — от родильных отделений и профилакториев до доильных залов и помещений для откорма — выступает первоочередной профилактической мерой в борьбе с инфекционными и инвазионными заболеваниями сельскохозяйственных животных. Согласно современным ветеринарно-санитарным требованиям, соблюдение гигиенических норм не только способствует улучшению физиологического состояния поголовья и повышению его естественной резистентности, но и напрямую влияет на экономическую эффективность производства за счёт снижения риска возникновения эпизоотий (в т.ч. таких высококонтагиозных заболеваний, как ящур) и сокращения затрат на лечебно-профилактические мероприятия [1].

Игнорирование зоогигиенических принципов приводит к накоплению патогенных микроорганизмов. В частности, на свинокомплексах неадекватная очистка жидкого навоза может превратить его в очаг распространения яиц гельминтов (например, аскарид и трихоцефалов), а также ооцист кокцидий и цист балантидий. Исследования показывают, что даже при использовании механических методов обработки навозных стоков, эффективность дезинфекции от паразитарных элементов варьируется от 53,6% до 73,4%, что создает реальную угрозу повторного заражения животных [9].

Особенно высокие требования предъявляются к зоне производства молока, поскольку именно здесь формируется первичное качество пищевого продукта и обеспечивается его безопасность. Доильное помещение выполняет функцию критического контрольного рубежа — это технологическая граница между зоной содержания скота и зоной получения пищевого продукта, где малейшие нарушения санитарных норм могут привести к контаминации сырья патогенными микроорганизмами.

Неудовлетворительное состояние доильного оборудования, повышенная влажность подстилки и общая антисанитария в стойлах создают благоприятные условия для размножения патогенной и условно-патогенной микрофлоры, включая такие возбудители, как Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae и Escherichia coli. Эти факторы являются основными причинами развития маститов – воспалительных заболеваний молочной железы, которые составляют значительную долю патологий молочного скота и наносят существенный экономический ущерб отрасли [1].

2. Микроклимат и стресс-факторы: скрытые потери продуктивности

Зоогигиена представляет собой комплексную систему мероприятий, выходящую далеко за рамки механической уборки навоза. Ключевую роль в обеспечении здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных играют параметры микроклимата, включающие чистоту воздуха, оптимальную температуру, относительную влажность и сбалансированный газовый состав — в том числе концентрацию кислорода, углекислого газа, аммиака, сероводорода и других газов. Превышение допустимых уровней аммиака (более 10 мг/м ^{3}) и сероводорода (более 5 мг/м ^{3})

оказывает токсическое действие на слизистые оболочки дыхательных путей и снижает общую резистентность организма.

Согласно современным положениям частной зоогигиены, создание благоприятных условий содержания — в т.ч. обеспечение эффективной вентиляции, соблюдение профилактических перерывов в эксплуатации помещений (периоды санации и дезинфекции между циклами содержания), организация качественного водоснабжения и канализации — является научно обоснованной предпосылкой для достижения высокой продуктивности и поддержания ветеринарного благополучия поголовья [2,7]. Например, оптимальная температура для взрослого крупного рогатого скота составляет 10–18∘С, относительная влажность — 60–70%, а освещённость — 15–25 лк.

Несоблюдение этих параметров является мощным стресс-фактором. Специалисты Россельхознадзора классифицируют стресс-факторы на четыре группы: условия содержания (грубое обращение, скользкие полы), кормление, технологические операции (нарушение распорядка дня, частые перегруппировки) и экологические факторы (жара, холод) [8].

Хронический стресс, вызванный, к примеру, высокой концентрацией аммиака или невозможностью полноценного отдыха (необходимо, чтобы коровы могли лежать 12–14 часов в сутки), активирует гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему. Повышенный уровень кортизола угнетает иммунную систему, делая животных уязвимыми к пневмонии и энтериту, а также нарушает обмен веществ и репродуктивные функции. Это наглядно демонстрирует, как неблагоприятная среда (загрязненный воздух, избыточная влажность) приводит к физиологическому стрессу и прямым экономическим убыткам.

3. Экономический ущерб от нарушений зоогигиены

Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий, включая зоогигиенические, имеет четкие методики расчета. Ущерб от болезней животных складывается из потерь от падежа, снижения продуктивности (надои, привесы), ухудшения качества продукции, потери племенной ценности и затрат на вынужденную ликвидацию последствий [4].

Нарушение гигиены кормления и содержания напрямую ведет к патологиям копыт (хромоте). Хромота у коров — одно из самых затратных заболеваний в молочном скотоводстве. Ее причины кроются в длительном стоянии на твердых, сырых полах без подстилки, что в сочетании с несбалансированным рационом (ацидозом) приводит к ламинитам и язвам [3].

Еще один аспект — паразитарные инвазии. Паразиты, процветающие в антисанитарных условиях, действуют как скрытые вредители экономики. Они «воруют» питательные вещества, снижая конверсию корма на 10–30%, ухудшают качество мяса и молока, повышают затраты на лечение вторичных инфекций и снижают воспроизводительную функцию стада Экономический анализ показывает, что превентивные меры (профилактика, регулярная дегельминтизация, соблюдение гигиены) демонстрируют значительно более высокую рентабельность по сравнению с затратами на лечение уже развившихся инвазий. Инвестиции в профилактику окупаются за счёт сохранения продуктивности, снижения ветеринарных издержек и минимизации потерь от падежа [6].

4. Чистота как инструмент повышения рентабельности

Современная стратегия управления здоровьем сельскохозяйственных животных характеризуется фундаментальным переходом от реактивной модели (ориентированной на лечение заболевших особей) к проактивному подходу, базирующемуся на профилактике заболеваний посредством оптимизации зоогигиенических условий. Данный сдвиг парадигмы влечёт за собой трансформацию структуры производственных затрат: инвестиции в превентивные меры замещают расходы на лечение, обеспечивая долгосрочную экономическую эффективность [1].

Мировая практика животноводства демонстрирует, что в хозяйствах с высоким уровнем менеджмента и гигиены раннее объединение телят в группы обеспечивает лучшие показатели роста и развития по сравнению с изолированным содержанием в так называемых «стерильных» домиках. Последний подход, вопреки интуитивным ожиданиям, оказывает негативное влияние на формирование иммунной системы молодняка, ограничивая его контакт с микрофлорой и препятствуя развитию адаптивного иммунитета [3]. Это подтверждает, что чистота должна быть «разумной», направленной на контролируемый риск, а не на создание изолированной среды.

В современной зоотехнии всё большее внимание уделяется комплексному воздействию факторов внешней среды на продуктивные качества скота. Доказано, что обеспечение высокого уровня комфорта и гигиены содержания является не вспомогательной, а стратегически важной задачей для раскрытия генетического потенциала животных. Спокойная обстановка, отсутствие избыточного шума (в т.ч. вызванного неисправностями оборудования), а также поддержание чистоты и эргономики стойловых мест снижают уровень хронического стресса у коров. Это, в свою очередь, приводит к нормализации гормонального баланса: снижается концентрация адреналина в крови, что устраняет его блокирующее влияние на секрецию окситоцина и способствует полноценному проявлению рефлекса молокоотдачи. В результате создаются оптимальные условия для максимальной реализации продуктивных качеств стада [3].

Зоогигиена играет решающую роль в обеспечении экономического благополучия сельскохозяйственных предприятий, занимающихся разведением животных. Отказываясь от

стереотипа воспринимать гигиену лишь как дополнительную статью расходов, производители осознают её значимость как ключевой инвестиционной составляющей своего бизнеса.

Стратегическая инвестиция: Зоогигиена перестала восприниматься исключительно как дополнительная статья расходов. Сегодня это осознанная стратегия, направленная на повышение общей устойчивости и продуктивности животноводческих хозяйств.

Создание благоприятных условий: Поддержание чистоты, комфортной температуры, правильного режима кормления и водоснабжения оказывает прямое влияние на физиологическое состояние животных, повышая их иммунитет и сопротивляемость болезням.

Экономическая выгода: Эффективная профилактика заболеваний позволяет избежать значительных финансовых потерь, вызванных лечением больных животных, низким уровнем прироста живой массы и падением молочной продуктивности. Затраты на профилактику оказываются многократно ниже потенциального ущерба от отсутствия должных санитарных мер.

Формирование конкурентных преимуществ: Высокие стандарты гигиены обеспечивают производство качественных продуктов питания, востребованных рынком. Такая продукция отличается лучшими вкусовыми качествами, экологичностью и надёжностью, что привлекает потребителей и укрепляет доверие покупателей.

Долгосрочная перспектива: Регулярный мониторинг условий содержания, постоянный контроль состояния животных и грамотная профилактика позволяют хозяйствам стабильно развиваться, сохранять высокую продуктивность и уверенно конкурировать в условиях динамично меняющегося рынка.

Подытожив всё изложенное, мы приходим к выводу, что вложение средств в организацию эффективных санитарно-гигиенических мероприятий — это обязательное условие для успешной работы в сфере животноводства. Такие инвестиции гарантируют высокий выход качественной продукции, формируют положительную репутацию производителя и обеспечивают стабильный рост прибыли в будущем. Таким образом, забота о гигиене и комфорте животных должна рассматриваться каждым предпринимателем как обязательный компонент профессиональной компетенции и залог успешности дела.

Научный руководитель - Николаева Т.О., преподаватель

Список литературы

1. Всеобъемлющие меры обеспечения санитарии на молочных и мясных фермах // Официальный сайт компании Karcher. — URL: https://karcher.ru/page/molochnoe-i-mjasnoe-skotovodstvo (дата обращения: 23.02.2026).
2. Кузнецов, А. Ф. Частная зоогигиена: гигиена содержания сельскохозяйственных животных : учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов [и др.] ; под общ. ред. А. Ф. Кузнецова. — Санкт-Петербург : Квадро, 2024. — 452 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/144486.html (дата обращения: 23.02.2026).
3. Фадеева, Э. Экономика стресса: как благополучие сельхозживотных определяет рентабельность производства / Э. Фадеева // Ветеринария и жизнь. — 2025. — 9 ноября. — URL: https://vetandlife.ru/livestock/ekonomika-stressa-kak-blagopoluchie-selhozzhivotnyh-opredelyaet-rentabelnost-proizvodstva/ (дата обращения: 23.02.2026).
4. Бурдов, Г. Н. Методика расчета и определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий : учебно-методическое пособие / Г. Н. Бурдов, Н. Н. Рощупкин, Л. Г. Бурдов. — Ижевск : УдГАУ, 2023. — 42 с. — URL: https://rucont.ru/efd/935890 (дата обращения: 23.02.2026).
5. Экономика здоровья: как защита от паразитов повышает рентабельность стада // Официальный сайт Россельхознадзора (Тверская область). — 2025. — 11 июля. — URL: https://57.fsvps.gov.ru/news/jekonomika-zdorovja-kak-zashhita-ot-parazitov-povyshaet-rentabelnost-stada/ (дата обращения: 23.02.2026).
6. Стресс-факторы, влияющие на продуктивность КРС // Официальный сайт Россельхознадзора (Курганская область). — 2025. — 23 октября. — URL: https://80.fsvps.gov.ru/news/stress-faktory-vlijajushhie-na-produktivnost-krs/ (дата обращения: 23.02.2026).
7. Кузнецов, А. Ф. Гигиена животных. Часть 2. Частная зоогигиена : учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, А. М. Холдоенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 552 с. — URL: https://library.dvfu.ru/lib/?e_kls=%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F&e_viewdb=EBSLan (дата обращения: 23.02.2026).
8. Сафиуллин, Р. Т. Санитарно-паразитологическая и экономическая оценка методов обеззараживания сточных вод и навоза свиноводческих комплексов / Р. Т. Сафиуллин, П. В. Новиков // AGRIS (FAO). — 2016. — URL: https://agris.fao.org/search/en/records/6759a4130ce2cede71c87dfd (дата обращения: 23.02.2026).
9. Столер, В. Д. Эффективные устройства местной вентиляции на промышленных объектах / В. Д. Столер, Ю. Л. Савельев, Ю. А. Иванов [и др.]. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/167389 (дата обращения: 23.02.2026).
10. Ветеринарно-санитарные требования к животноводческим фермам // Сборник нормативных документов (СанПиН, ВетПравила). — Доступ через справочно-правовые системы «КонсультантПлюс» или «Гарант» (актуальная редакция).
11. Кочиш, И. И. Зоогигиена : учебник / И. И. Кочиш, Н. С. Калюжный, Л. А. Волчкова, В. В. Нестеров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с.

УДК 664.691/694

Хлыбова А.Л., Белякова К.Д.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ: ПРАВИЛА КОРМЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются фундаментальные основы кормления и содержания сельскохозяйственных животных как единого комплекса факторов, определяющих их здоровье, продуктивность и рентабельность производства. Анализируются классификация и питательная ценность различных видов кормов, современные типы кормления, а также роль биологически активных веществ в рационах. Особое внимание уделяется влиянию систем содержания (привязной, беспривязной, клеточной) на физиологическое состояние и поведение животных. Показана прямая связь между условиями содержания, уровнем стресса и эффективностью использования корма.

Ключевые слова: сельскохозяйственные животные, кормление, типы кормления, классификация кормов, биологически активные вещества, кормовые добавки, системы содержания, привязное содержание, беспривязное содержание, стресс-факторы, продуктивность.

Сельскохозяйственные животные, являясь неотъемлемой частью человеческой цивилизации на протяжении тысячелетий, служат основой для производства жизненно важных продуктов питания, таких как мясо, молоко и яйца, а также являются источником ценного сырья для различных отраслей промышленности, включая текстильную и кожевенную (шерсть, кожа, пух) [4]. Таким образом, животноводство играет критическую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивом развитии экономики.

Пренебрежение любым из этих ключевых факторов неизбежно приводит к каскаду негативных последствий: от снижения надоев и привесов до повышения заболеваемости, увеличения смертности молодняка и возникновения хронических неинфекционных патологий. В конечном итоге, это оборачивается значительными экономическими убытками, снижением конкурентоспособности и ставит под угрозу жизнеспособность самого предприятия.

1. Научные основы кормления: что именно давать животным

Правильное кормление сельскохозяйственных животных – это не просто утоление голода, а целенаправленное обеспечение организма всеми жизненно необходимыми питательными веществами в строго определенных пропорциях и соотношениях. Современная система кормления, как отмечается в авторитетном учебном пособии С.Н. Хохрина, строится на глубокой и всесторонней оценке питательной ценности кормовых ресурсов и строгом соблюдении детализированных норм кормления, разработанных для каждого вида животных с учетом их физиологического состояния, возраста и продуктивности [5]. Такой подход позволяет не только удовлетворить энергетические и пластические потребности животных, но и укрепить их иммунитет, повысить воспроизводительные функции и, как следствие, максимизировать выход продукции – будь то молоко, мясо, яйца или шерсть.

1.1. Классификация и характеристика кормов

Грубые корма, включающие сено, солому, сенаж и травяную муку, играют ключевую роль в питании сельскохозяйственных животных, будучи особенно незаменимы для жвачных. Их первостепенное значение заключается в высоком содержании клетчатки, необходимой для стимуляции перистальтики пищеварительного тракта, поддержания активной жизнедеятельности микрофлоры рубца у жвачных животных и обеспечения нормального формирования каловых масс [5].

Грубые корма (сено, солома, сенаж, травяная мука): источник клетчатки, необходимой для нормального пищеварения жвачных животных. Сенаж, например, занимает промежуточное положение между сеном и силосом и отличается высокой питательностью [1].

Сочные корма (зеленая трава, силос, корнеклубнеплоды): характерной особенностью сочных кормов является высокое содержание влаги, которое может достигать 70-90%. Однако, несмотря на это, они являются богатым источником легкоусвояемых углеводов, жизненно важных витаминов (особенно каротина) и минеральных соединений.

Концентрированные корма (зерно злаков и бобовых, отруби, жмыхи, шроты, комбикорма): отличаются высокой энергетической ценностью и содержанием протеина. Комбикорма представляют собой сбалансированные смеси, изготовленные по научно обоснованным рецептам [5].

Корма животного происхождения (молоко, мясокостная и рыбная мука): источники полноценного белка, незаменимых аминокислот, кальция и фосфора. Особенно важны для молодняка и свиней.

Кормовые добавки (витамины, микроэлементы, аминокислоты, ферменты, пробиотики): представляют собой специализированные вещества, которые вносятся в рацион в минимальных количествах. Их основная цель – коррекция недостатка определенных питательных компонентов,

улучшение процессов пищеварения, стимуляция роста или предупреждение развития заболеваний [5].

1.2. Питательность кормов и значение отдельных веществ

Оценка питательной ценности кормов, используемых в рационе сельскохозяйственных животных, представляет собой сложную, но критически важную задачу. Она предполагает не просто подсчет отдельных компонентов, а их комплексный анализ с учетом содержания энергии, протеина, углеводов, липидов, минеральных веществ и витаминов, а также их взаимосвязи и синергетического эффекта [5]. Понимание роли каждого из этих веществ позволяет максимально эффективно формировать рационы, направленные на повышение продуктивности, укрепление здоровья и обеспечение долголетия животных [5].

Протеин – это не просто источник азота, а сложная макромолекула, состоящая из аминокислот, являющихся "строительными кирпичиками" для синтеза всех белковых структур в организме. Для жвачных животных, в особенности, протеин часто становится лимитирующим фактором в синтезе собственных белковых соединений. Это обусловлено тем, что микроорганизмы рубца способны синтезировать белок из небелковых источников азота, но их возможности ограничены [7].

Углеводы (клетчатка, крахмал, сахара) являются основным источником энергии. Для жвачных критически важно соотношение клетчатки и легкопереваримых углеводов: недостаток клетчатки ведет к ацидозу рубца и, как следствие, к хромоте и другим нарушениям [8].

Липиды (жиры) представляют собой наиболее концентрированный источник энергии в кормах. Их включение в рацион позволяет существенно повысить энергетическую ценность кормовых смесей, что особенно важно для животных с высокими потребностями в энергии, таких как высокопродуктивные коровы или молодняк в период интенсивного роста.

Минеральные вещества (кальций, фосфор, магний, сера, железо, цинк, медь, кобальт, селен и др.) необходимы для построения костной ткани, работы ферментов и поддержания кислотно-щелочного равновесия. Макро- и микроэлементы оказывают прямое влияние на величину удоя и состав молок [7].

Витамины (A, D, E, группы B и др.) – это органические соединения, которые не синтезируются в организме животных (или синтезируются в недостаточном количестве) и должны поступать с кормом. Они участвуют в широком спектре метаболических процессов, являясь коферментами или активаторами ферментов.

2. Типы кормления и влияние биологически активных веществ

Тип кормления определяется структурой рациона, то есть процентным соотношением различных групп кормов по питательности [10]. Различают зимний и летний типы кормления, а также несколько основных типов в стойловый период: сенной, силосный, сенажно-силосный, сено-силосно-корнеплодный и концентратный. Выбор типа кормления зависит от природно-климатических условий, вида животных и экономической целесообразности [10].

Особую роль в современном животноводстве играют биологически активные вещества и кормовые добавки [7]:

Фитобиотики – это кормовые добавки растительного происхождения, извлеченные из трав, семян, специй и их экстрактов. Их применение в животноводстве обусловлено следующими преимуществами: стимуляция роста, улучшение гематологических показателей, не оказывают негативного воздействия на организм животных [2].

Пробиотики – это живые микроорганизмы (бактерии, дрожжи), которые при введении в рацион в достаточном количестве приносят пользу организму хозяина. Пребиотики – это неперевариваемые компоненты корма (чаще всего олигосахариды), которые избирательно стимулируют рост и активность полезных микроорганизмов в кишечнике. Синбиотики представляют собой комбинацию пробиотиков и пребиотиков, обеспечивая синергетический эффект. [7].

Ферментные препараты (ксиланаза, целлюлаза, β-глюканаза) улучшают переваримость клетчатки и усвоение питательных веществ. Например, добавка целлюлазы увеличивает суточные удои и жирность молока [7].

Применение биологически активных добавок позволяет не только восполнить дефицит питательных веществ в рационе животных, но и целенаправленно влиять на их обмен веществ. БАД содержат витамины, минералы, аминокислоты и другие полезные компоненты, которые улучшают усвоение кормов, укрепляют иммунитет и поддерживают здоровье животных. В результате повышается продуктивность: у коров растут удои и улучшается состав молока, мясной скот быстрее набирает вес, а птица даёт больше яиц лучшего качества. Кроме того, снижается заболеваемость и сокращаются затраты на ветеринарное обслуживание. Таким образом, использование БАД — это экономически выгодное решение, которое помогает повысить рентабельность животноводства за счёт улучшения продуктивности и качества продукции [7].

3. Особенности содержания и их влияние на организм

Условия содержания — это гораздо больше, чем просто предоставление места для жизни. Это комплексный фактор, оказывающий глубокое влияние на все аспекты их физиологии, здоровья и,

как следствие, на способность полностью реализовать заложенный генетический потенциал. От правильной организации среды обитания зависит, насколько полноценно животное сможет развиваться, расти, воспроизводиться и давать продукцию.

3.1. Типы и системы содержания

Способы содержания сельскохозяйственных животных подбираются с учётом их биологических особенностей, климата и целей хозяйства [1].

По способу организации выделяют: стойловое (круглогодичное в помещениях) — подходит для КРС молочных пород на крупных фермах, свиней на промышленных комплексах, птицы (бройлеров, несушек) на птицефабриках и кроликов на кролиководческих фермах; пастбищное — оптимально для овец, лошадей, верблюдов, яков, северных оленей и КРС мясных пород в регионах с обширными пастбищами; стойлово-пастбищное — чаще используют для КРС (молочных и мясных пород) и его молодняка в большинстве регионов России (зимой в помещениях, летом на пастбищах).

По способу размещения: для КРС применяют привязное (для дойных коров на небольших фермах) и беспривязное содержание (на современных молочных комплексах); для свиней — безвыгульное (на промышленных комплексах) и выгульное (для племенных хозяйств и небольших ферм); для птицы — напольное (для кур мясных и селекционных линий, индеек, уток, гусей) и клеточное (для кур-несушек и бройлеров на птицефабриках); для кроликов — шедовое (в клетках), что обеспечивает гигиену и удобство обслуживания.

По микроклимату различают: содержание в закрытых помещениях с регулируемым микроклиматом — необходимо для свиней на откорме, свиноматок, поросят, бройлеров, несушек и телят в профилактории (требуются стабильная температура и влажность); в облегчённых помещениях (навесах, открытых загонах) — подходит для овец, лошадей, КРС на пастбище, а также откормочного КРС и свиней на летних площадках в тёплый период года. Оптимальная система содержания обеспечивает здоровье животных, высокую продуктивность и рентабельность производства [1,8].

3.2. Влияние условий содержания на здоровье и продуктивность

Исследования подтверждают: условия содержания животных напрямую влияют на их здоровье, продуктивность и качество продукции. Если животные содержатся в комфортных условиях — с подходящей температурой (10–18 °C), умеренной влажностью (60–70%) и хорошей вентиляцией — у них снижается уровень стресса. Из-за этого в организме нормализуется гормональный баланс: уменьшается выработка стрессовых гормонов (кортизола и адреналина), а выработка полезных гормонов (соматотропина, инсулина и половых гормонов) приходит в норму. В результате животные меньше болеют и чувствуют себя лучше. [3].

Неоптимальные условия содержания выступают как стресс-факторы, вызывая хронический стресс. Среди них идентифицированы: высокая плотность популяции (скученность), недостаточное обеспечение комфортных зон для отдыха, неадекватные методы обращения (грубость) и акустическое загрязнение (шум от неисправного оборудования). Физиологический ответ на стресс у молочного скота включает гиперсекрецию адреналина, который, в свою очередь, ингибирует высвобождение окситоцина, критически важного для процесса молокоотдачи [8].

Влияние на опорно-двигательный аппарат обусловлено длительным контактом с твердыми, влажными поверхностями без амортизирующей подстилки. Это приводит к хронической микротравматизации тканей копыт, нарушениям микроциркуляции и, как следствие, развитию хромоты – одного из наиболее экономически значимых заболеваний в молочном скотоводстве [8].

Кормление и содержание сельскохозяйственных животных представляют собой взаимосвязанные компоненты технологического процесса животноводства, совместное оптимизирование которых необходимо для реализации генетического потенциала продуктивности. Сбалансированное питание, учитывающее видовые и возрастные потребности в питательных и биологически активных веществах, в сочетании с благоприятными параметрами микроклимата и условиями содержания минимизирует стрессовые факторы и способствует максимальному проявлению физиологических возможностей организма. Таким образом, комплексная система управления кормлением и содержанием выступает ключевым фактором повышения рентабельности животноводческого производства за счёт улучшения показателей здоровья, сохранности и продуктивности поголовья.

Научный руководитель - Николаева Т.О., преподаватель

Список литературы

1. Технологии ухода за сельскохозяйственными животными : учебное пособие для СПО / А. Е. Интизарова, Е. В. Казарина, А. В. Тицкая [и др.]. — Саратов ; Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 150 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/138335.html (дата обращения: 23.02.2026).

2. Киселева, К. В. Исследование острой токсичности комплексного средства из растительного сырья на грызунах / К. В. Киселева, Я. В. Новик, Л. А. Араканцева // Вестник Алтайского государственного аграрного

университета. — 2025. — № 4 (246). — С. 64–68. — URL: https://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1976 (дата обращения: 23.02.2026).
3. Сутько, С. Комфорт для коровы — фактор роста продуктивности / С. Сутько, Д. Воронов, А. Сенько // Белорусское сельское хозяйство. — 2025. — № 4. — С. 60–62. — URL: https://catalog.belstu.by/catalog/articles/doc/766937 (дата обращения: 23.02.2026).
4. Сельскохозяйственные животные // Википедия. Свободная энциклопедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сельскохозяйственные_животные (дата обращения: 23.02.2026).
5. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных : учебное пособие / С. Н. Хохрин. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 496 с. — URL: http://www.prospektnauki.ru/index.php?rub=35&art=453 (дата обращения: 23.02.2026).
6. Малявкина, Л. А. Кормление животных: корма, нормы кормления и качество продукции : учебное пособие для вузов / Л. А. Малявкина, Т. С. Самсонова, Ю. В. Матросова. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 312 с. — URL: https://elib.wkau.kz/lib/document/LANN/5705000B-87C2-460C-B687-9136DF4376D7/ (дата обращения: 23.02.2026).
7. Шошина, О. В. Роль кормовых добавок в формировании продуктивности жвачных (обзор) / О. В. Шошина, Н. В. Соболева, Г. К. Дускаев [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2025. — Т. 26, № 5. — С. 796–809. — URL: https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/2213/0 (дата обращения: 23.02.2026).
8. Фадеева, Э. Экономика стресса: как благополучие сельхозживотных определяет рентабельность производства / Э. Фадеева // Ветеринария и жизнь. — 2025. — 9 ноября. — URL: https://vetandlife.ru/livestock/ekonomika-stressa-kak-blagopoluchie-selhozzhivotnyh-opredelyaet-rentabelnost-proizvodstva/ (дата обращения: 23.02.2026).
9. Кузнецов, А. Ф. Гигиена животных. Часть 2. Частная зоогигиена : учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, А. М. Холдоенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 552 с. — URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 23.02.2026).
10. Типы кормления // Кормление сельскохозяйственных животных : учебное пособие / Новосибирский государственный аграрный университет. — URL: https://edubiotech.ru/htmldocs/8503/1390.html (дата обращения: 23.02.2026).
11. Кочиш, И. И. Зоогигиена : учебник / И. И. Кочиш, Н. С. Калюжный, Л. А. Волчкова, В. В. Нестеров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 23.02.2026).

УДК 636.5

Шермонова Т.О., Заболотных М.В.
Омский государственный аграрный университет, г. Омск

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Сельскохозяйственная птица является неотъемлемой частью мясной промышленности, так как на её выращивание требуется относительной низкий промежуток времени, например, если сравнивать с воспроизводством крупного рогатого скота и низкие затраты, опять же относительно других отраслей мясного хозяйства. На сегодняшний момент мясо птицы является первым по уровню потребления в Российской Федерации и наиболее развитой отраслью сельского хозяйства. Именно поэтому рассмотрение данного вопроса является актуальным и интересным на сегодняшний день.

Ключевые слова: птица, Новосибирская область, реализация, мясо птицы, продукция, качество, безопасность.

Сельскохозяйственная птица играет важное значение в развитии мясной промышленности, так как является быстро воспроизводимой и несет наименьшие затраты на выращивание и содержание. Мясо птицы является наиболее оптимальным в рационе человека, так как несет в себе все необходимые аминокислоты, белки и жиры, а так же является диетическим.

В последнее десятилетие разведение птицы стало актуальным направлением сельского хозяйства. Дотации и субсидирование птицефабрик позволяет владельцам снизить затраты или восполнить их за счет средств государства, что позволяет активно развивать предприятие и реализовывать продукцию [6]. Птицефабрики обеспечивают местность рабочими местами, что повышает социально-экономическое развитие территории. В целом, развитие птицефабрик имеет важное значение для всей отрасли сельского хозяйства. Еще 15-20 лет назад в РФ активно импортировалось мясо птицы, так как местные производители не могли обеспечить необходимый объем потребления, сейчас же импорт мяса птицы практически не осуществляется.

В Новосибирской области осуществляют деятельность девять крупных птицефабрик, реализующих яйцо куриное и мясо птицы, а так же одна птицефабрика, специализирующаяся на производстве мяса утки:

1. «Октябрьская» птицефабрика, реализация мяса птицы и большого спектра куриных полуфабрикатов, включая готовые мясные и колбасные изделия, является экспортером мясных субпродуктов в Китайскую народную республику.

2. Птицефабрика Ново-Барышевская входит в агрохолдинг «Птицефабрика «Октябрьская», осуществляет реализацию яйца куриного и мяса птицы, имеет градообразующее значение для р.п. Кольцово, является экспортером яйца инкубационного и пищевого куриного в Республику Монголия.

3. Посевнинская птицефабрика входит в агрохолдинг «Птицефабрика «Октябрьская». Реализует пищевое куриное яйцо и мяса цыплят бройлеров.

4. Каргатская птицефабрика, входит в агрохолдинг «Птицефабрика «Октябрьская», реализует яйцо куриное пищевое и мясо птицы, продукцию можно купить в большинстве торговых сетей Новосибирска и Новосибирской области.

5. Птицефабрика Чикская, реализует яйцо куриное инкубационное и пищевое, а так же мясо птицы и мясные полуфабрикаты, так же имеет градообразующее значение для р.п. Чик. Входит в число крупнейших в регионе птицеводческих хозяйств с поголовьем более 1 млн кур-несушек. Здесь производится 29% куриных яиц Новосибирской области. По продуктивности и объёму производства птицефабрика входит в число лидеров профильных предприятий России. Птицефабрика является системообразующим и одним из самых стабильных предприятий АПК Новосибирской области.

6. Птицефабрика Коченевская, реализует яйцо куриное инкубационное и пищевое, а так же мясо птицы и мясные полуфабрикаты, так же имеет градообразующее значение р.п. Коченево.

7. Новосибирская птицефабрика входит в «Агрохолдинг Сибирский Премьер», одна из крупнейших и современных птицефабрик Новосибирской области, реализует мясо птицы и мясные полуфабрикаты в широкой ассортиментной линейке, так же является экспортером субпродуктов птицы в Китайскую народную республику.

8. Евсинская птицефабрика входит в «Агрохолдинг Сибирский Премьер» специализируется на реализации куриного пищевого яйца.

9. Бердская птицефабрика Алмаз, производит яйцо куриное пищевое, а так же мясо и субпродукты птицы. [7].

По объёму производства мяса птицы регион занимает второе место в Сибирском федеральном округе, уступая только Алтайскому краю, при этом доля Новосибирской области составляет почти 20% от общего объёма продукции, произведённой в округе.

Перечисленные птицефабрики являются предприятиями закрытого типа, где соблюдаются строгие правила содержания. Проводятся ветеринарно-санитарные мероприятия, которые планируются, а план строго контролируется[2]

В продуктах убоя птицы и продукции из мяса птицы контролируется содержание антибиотиков: бацитрацин, левомицетин (хлорамфеникол), антибиотиков тетрациклиновой группы; содержание стимуляторов роста птицы, антимикробных и других лекарственных препаратов, а также отсутствие остатков гормональных и гормоноподобных веществ.

Организация производства продуктов убоя птицы и продукции из мяса птицы, а также условия хранения и удаления отходов производства соответствуют требованиям регламента.

На всех стадиях производства продуктов убоя птицы и продукции из мяса птицы обеспечивается их прослеживаемость[1].

Все птицефабрики региона оснащены необходимым оборудованием для воспроизводства продукции птицеводства высокого качества, контроль за деятельностью птицефабрик осуществляют специалисты государственной ветеринарной службы, что повышает ответственность работников предприятия и гарантирует безопасность и качество выпускаемой продукции [4].

Птицефабрики региона являются поставщиками во все торговые сети Новосибирска и Новосибирской области, продукция реализуется в магазинах – Лента, Ашан, Пятерочка, Мария Ра, Ярче, Быстроном и т.д.. Кроме того, многие птицефабрики имеют собственные фирменные магазины, в которых реализуют продукцию собственного производства по цене ниже, чем в торговых сетях, так как не учитываются издержки от реализации. Поставки так же осуществляются во все субъекты Российской Федерации, вплоть до новых присоединенных территорий. Птицефабрики Октябрьская и Новосибирская являются активным помощником поставок гуманитарной помощи в зону специальной военной операции [6].

Продукция новосибирских производителей реализуется на экспорт в страны Таможенного союза и Монголию, Китай, что говорит о высоком качестве продукции и её востребованностью на внешне экономических рынках.

Производство с каждым годом наращивает свои темпы, так в 2024 году произведено 54,2 тыс. тонн мяса птицы, что на 6 % больше показателей 2023 года. Данное значение говорит о стабильности производства и увеличению мощностей предприятий. Новосибирская область производит порядка 20 % всего объема продукции птицеводства в Сибирском федеральном округе и активно набирает темпы продаж и освоение новых рынков сбыта. Общий объем поголовья сельскохозяйственной птицы в 2024 году составил 9,260 миллиона голов, общая тенденция увеличения поголовья говорит о рентабельности производства.

При этом отмечается значительное снижение выпуска яйца пищевого куриного 692,7 миллиона штук пищевых яиц в 2024 году, что на 15 % ниже показателей аналогичного периода 2023 года. Снижение воспроизводства яйца куриного отмечается не только в Новосибирской области, но в во всем Сибирском федеральном округе, это связано с повышенными затратами при получении яйца и отношении к его себестоимости и стоимости реализации. Птицефабрикам выгоднее реализовывать мясо птицы и полуфабрикаты, чем яйцо куриное. Именно поэтому можно наблюдать повышенное ценообразование на яйцо в торговых сетях, так как спрос остался прежним. Но одновременно можно отметить, что обеспеченность региона яйцом куриным пищевым составляет 127 %, что подразумевает возможность реализации в другие субъекты и страны излишек [5].

Отдельно стоит выделить птицефабрику Улыбино, специализирующуюся на выращивании и реализации уток. Мясо уток является специфическим продуктом, значительно отличается от мяса цыплят бройлеров по вкусовым характеристикам и составу аминокислот.

Утиное мясо реализуется на рынке города Новосибирская и области, а так же в другие субъекты РФ. Стоит отметить, что предприятие не испытывает сложностей в поиске покупателей, так как продукция активно реализуется, даже с учетом повышенной стоимости в сравнении с мясом цыплят бройлеров. Предприятие аттестовано на поставки продукции в зарубежные страны, но объемы производства расходятся внутри России, что говорит о высоком спросе продукта. Всего на территории РФ насчитывается несколько птицефабрик специализирующихся на выращивании уток, так как данная отрасль является специфичной. Руководство предприятия планирует расширение производственных мощностей, для возможности производства наибольшего количества продукта, что позволит осуществлять поставки за рубеж.

Важно отметить, что за последние 10 лет на территории Новосибирской области не было зарегистрировано ни одной вспышки гриппа птиц и болезни Ньюкасла, которые несут огромные экономические убытки, так как уничтожается все поголовье восприимчивое к заболеванию [3]. Такой результат, достигнут благодаря взаимодействию руководства птицефабрик с государственной ветеринарной службой, а так же Сибирским межрегиональным управлением Россельхознадзора. Основной критерий обеспечения эпизоотологической безопасности является создание адекватной программы профилактики. Так, поголовье птицефабрик вакцинируется от данных заболеваний и исследуется на напряженность иммунитета. На птицефабриках внедрены системы жесткого контроля сотрудников, обеспечивающих деятельность, а так же ведется контроль синантропной птицы и профилактика её проникновения на территорию. Проведение своевременной дератизации позволяет контролировать миграцию грызунов и возможность занесения вируса на территорию.

Специалистами государственной ветеринарной службы совместно со специалистами Россельхознадзора проводятся мониторинговые исследования по оценки распространенности гриппа птиц среди синантропной и дикой птицы Новосибирской области. Для этого проводится отстрел дикой птицы в разных районах области, что позволяет оценить пути миграции и возможные пути заноса и распространения заболевания. Такой комплексный подход позволяет предотвратить занос и распространение заболевания, а в случаи подозрения осуществить комплекс мероприятий по ограничению распространения и ликвидации возможных последствий.

Подводя итоги вышесказанного, можно сделать вывод, что Новосибирская область является крупным производителем мяса птицы, реализуемой не только в собственном регионе, но и поставляемой в другие субъекты РФ и на экспорт в зарубежные страны. Развитие отрасли имеет весомое значение для развития сельского хозяйства, так как обеспечивает рабочими местами населенные пункты, в которых базируются птицефабрики, для некоторых являются градообразующими предприятиями. Деятельность птицефабрик направлена на снижение издержек производства и повышение качества выпускаемой продукции, кроме этого повышения спроса на производимые продукты птицеводства.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021 О безопасности пищевой продукции
2. Ветеринарные правила содержания сельскохозяйственной птицы в целях её разведения и выращивания
3. Капишников, А. М. Перспективы российского экспорта мясной продукции из птицы в новых геополитических условиях / А. М. Капишников, Н. В. Воробьева // Аграрный вестник Урала. – 2025. – Т. 25, № 1. – С. 117-133.
4. Мкртчян, М. В. Проблемы российского экспорта мяса птицы / М. В. Мкртчян, К. Н. Ильина, Е. И. Козлова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2022. – № 2(60). – С. 38-42.
5. Пильникова, С. Д. Состояние производства и экспорт мяса птицы в России / С. Д. Пильникова, А. В. Степанов // Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства: сборник тезисов круглого стола, Екатеринбург, 15 декабря 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 106-108.
6. Сенина, М. А. Обеспечение безопасности экспортных поставок специалистами ветеринарных служб / М. А. Сенина, О. Ю. Леденева // Ветеринарно-санитарная экспертиза: проблемы и пути решения качества и безопасности продукции животного происхождения: Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук А.П.

Ермолаева для преподавателей, молодых ученых, обучающихся, Омск, 18 декабря 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 109-112.
7. Чепурной, А. В. Государственный ветеринарный контроль деятельности птицефабрик / А. В. Чепурной, О. Ю. Леденева, М. А. Сенина // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 21 октября 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 521-525.

УДК 636.5

Шермонова Т.О., Заболотных М.В.
Омский государственный аграрный университет, г. Омск

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Сельскохозяйственная птица является высокопродуктивной и быстро реализуемой продукцией. Продукты птицеводства, включая мясо, субпродукты, готовые мясные изделия, а так же яйцо активно употребляются в пищу большинством населения, так как являются доступными в ценовом сегменте. Особое внимание при выращивании птицы уделяется кормам, так как кормовая база играет важную роль в развитии птицы и выходе объема мяса при убое.

Ключевые слова: корма, птица, значение, сельское хозяйство.

Сельскохозяйственная птица включает: кур, индюков, уток, индеек, цесарок, перепелов. Разведение сельскохозяйственной птицы набирает все большую популярность, как среди крупных сельскохозяйственных производителей, так и в личных подсобных хозяйствах, это обосновано скоростью роста птицы до выхода готовой массы и снижением затрат на содержание.

Для наибольшего получения качественной продукции необходимо использовать высококачественные корма и кормовые добавки, а так же минимизировать издержки производства на лечение птицы. На сегодняшний момент технический регламент «о безопасности кормов и кормовых добавок» находится в проекте и не может быть использован для определения основных критериев качества и безопасности. Поэтому жестких требований к кормам и комбикормам нет, так как производители могут изготавливать их по ГОСТ, а могут разрабатывать ТУ (технические условия) [5].

Практически все птицефабрики используют для скармливания птицы комбикорма, изготовленные в соответствии с ГОСТ 18221-2018 «Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия». В данном ГОСТ 18221-2018 закреплены основные требования к безопасности и качеству кормов для сельскохозяйственной птицы.

Все комбикорма подразделяются по возрастным группа и видовому распределению [4]:

для кур по возрастным группам (цыплята 1-7 дней, молодняк 1-7 недель, молодняк 7-13 недель, молодняк 13-17 недель и так далее, включая корма для племенных кур);

для уток по возрастным группам (молодняк 1-3 недель, молодняк 3-8 недель, молодняк 8-26 недель и взрослых уток):

для гусей по возрастным группам (молодняк 1-3 недель, молодняк 3-8 недель, молодняк 8-26 недель и взрослых гусей);

для индеек по возрастным группам (молодняк 1-8 недель, молодняк 8-17 недель, молодняк 17-30 недель и взрослых индеек).

Все комбикорма для сельскохозяйственной птицы должны соответствовать органолептическим и физико-химическим характеристикам, таким как:

- внешний вид, определяется в виде однородной смеси россыпи, гранул или крупинок. Без посторонних примесей, следов слеживания и наличия плесени
- цвет, должен соответствовать цвету комбикорма, из которого изготовлены гранулы или крупинки, при этом цвет должен быть однородным без примеси посторонних вкраплений и потемнений
- запах, соответствующий запаху комбикорма
- массовая доля влаги варьируется в пределах от 13 до 14 % в зависимости от вида комбикорма и его составных частей.

Кормовая ценность, массовая доля золы и заражение вредителями хлебных запасов, их основные показатели так же закреплены в ГОСТ [2].

Сырье для производства комбикорма должно соответствовать требованиям стандартов, быть подвергнуто ветеринарно-санитарной экспертизе и отвечать требованиям безопасности

Сырье должно сопровождаться ветеринарными сопроводительными документами, в которых отражается основная информация о происхождении и данные, об эпизоотологическом благополучии территории на которой оно изготовлено. В качестве сырья для производства комбикормов используют компоненты животного, растительного, микробиологического и химического происхождения. Рецептура комбикормов разрабатывается с учетом потребности птицы в элементах, условиях содержания и климата территории. Соотношение составных частей комбикорма определяется производителем и указывается на упаковке в порядке убывания, но конкретный рецепт не прописывается и является коммерческой тайной.

К скармливанию не допускаются неидентифицированные корма, несоответствующие органолептическим, микробиологическим, физико-химическим показателям качества.

Корма должны быть сбалансированы по белкам (учитывается содержание сырого протеина, незаменимых аминокислот), углеводам (содержание легкопереваримых углеводов – в основном крахмала), жирам (1-6% кормовых жиров). Учитывают содержание клетчатки в кормах (высокое содержание снижает питательность), витаминный состав: содержание жирорастворимых (A, D, E, K) и водорастворимых (B1, B2, B3, B6) витаминов; содержание кальция, фосфора, натрия и соотношение кальция и фосфора, а так же содержание микроэлементов: железо, медь, цинк, кобальт, марганец, йод и селен.

Обязательным требованием при реализации кормов и комбикормов является наличие маркировки и ветеринарных сопроводительных документов, оформленных в ФГИС «Меркурий», которые отражают данные нанесенные на маркировки и дополнительные сведения о кормах.

Маркировка и ветеринарные сопроводительные документы должны содержать следующую информацию [2]:

- наименование и местонахождение производителя (если юридический адрес и адрес производства отличаются, то указываются оба)
- название и назначение продукции (я обязательным указанием, для какого вида птиц может быть использовано)
- обозначение стандарта, по которому произведен комбикорм ТУ или ГОСТ
- кормовая ценность из расчета на 100 грамм продукта
- перечень компонентов, которые входят в состав комбикорма, включая добавленные аминокислоты и витамины
- дата выработки, включающая число, месяц и год
- условия хранения и срок годности, либо от даты производства по количеству месяцев, либо конкретной датой, включая число, месяц и год
- условия применения, если такие имеются (например, развести водой)
- знак «беречь от влаги», так как при соприкосновении с влагой комбикорма приходят в негодность.

Для регулирования введения в комбикорма витаминных и белковых комплексов ориентируются на ГОСТ Р 51551-2000 «Белково-витаминно-минеральные и амидо-витаминно-минеральные концентраты. Технические условия». Для сельскохозяйственной птицы используются следующие добавки в зависимости от возраста птицы, где первое значение определено для молодняка и бройлеров, а в второе для взрослой птицы:

протеин не менее 48 – 45 %;
сырая клетчатка не более 3,5 5 %;
кальция не менее 4 %;
фосфора не менее 2 – 1.8 %;
натрия не менее 1 %;
лизина не менее 3 – 2,8 %;
метионина и цистина суммарно не менее 1,8 – 1,7 %.

Вскармливание птицы осуществляется тремя способами, которые могут быть комбинированы между собой:

1. Сухой, когда птице в рацион вводят только сухой корм, который скармливают с помощью автоматизированной системы кормления.

2. Комбинированный, 1-2 раза в день птице в кормушку смешивают сухой корм с влажными концентратами, на ночь при этом в кормушки подают сухой корм.

3. Влажный, используют кормовые концентраты с добавлением бульонов, белковых смесей или сочных зеленых кормов.

Наиболее распространенный комбинированный способ кормления, птице в зависимости от потребностей вводят дополнительные витаминные и минеральные добавки или лекарственные средства, что позволяет регулировать процессы лечения и повышения продуктивности птицы.

Скармливание птице кормов на основе рыбной муки допускается за три недели до убоя, после чего корма меняют на мясные или растительные, так как рыбная мука придает мясу птице специфический вкус и запах, что может отразиться на реализации продукции. Рыбий жир, так же убирают из рациона птицы перед убоем[3].

К скармливанию не допускаются добавки, содержащие лекарственные средства (нитрофураны, бацитрацин, авиламицин, амоксициллин и ампициллин, оксациллин). Запрещено добавлять антибиотики в корма. Не допускаются к скармливанию корма, загрязненные микотоксинами (афлатоксин В1 фумонизины, охратоксин А). Допустимо использование в корма зарегистрированных генно-модифицированных компонентов ГМО культур (сои, кукурузы, рапса). Запреты на применение в птицеводстве лекарственных средств закреплены в законодательстве [1].

Транспортировка комбикорма допускается в мешках с нанесением этикетки. Упаковка должна соответствовать требованиям стандартов, быть прочной, сухой и чистой. Дополнительное нанесение информации на мешки с комбикормом, кроме маркировки, не требуется [5].

Допускается транспортировка комбикормов насыпью, при этом вся информация указывается в ветеринарных сопроводительных документах. Идентификация осуществляется по номеру транспортного средства, например железнодорожного вагона или грузового автомобиля.

Помимо ветеринарных сопроводительных документов (ВСД) на комбикорма должны быть следующие документы:

товарно-транспортная накладная (ТТН) или универсальный придаточный документ (УПД), так же может быть счет фактура на отпуск товаров, данные о наименовании товара и его весе должны совпадать с ВСД;

удостоверение о промывке транспортного средства, подтверждающего его чистоту перед погрузкой и в ходе транспортировки;

для железнодорожного транспорта (вагоны, контейнера) так же железнодорожная накладная отражающая наименование и объем перевозимого груза.

При погрузке и выгрузке комбикормов используются крытые погрузочно-разгрузочные платформы, которые предотвращают попадание атмосферных осадков. Хранение комбикормов осуществляется в хорошо проветриваемых складах с соблюдением температурного режима и влажности воздуха. На складах не допускается наличие насекомых и грызунов, поэтому своевременно проводятся мероприятия по дератизации и дезинсекции. При приемке, в случае необходимости проводят дополнительную ветеринарно-санитарную экспертизу и лабораторный анализ по показателям безопасности и качества. Основную опасность для сельскохозяйственной птицы несут плесени и грибы, которые оказывают токсическое действие, что приводит к гибели поголовья.

Перед скармливание комбикормов и кормов птице их оценивают по основным органолептическим показателям. Не допускается скармливание слеженных кормов, а так же кормов с наличие плесеней и затхлостей. Такие комбикорма подлежат выбраковке и утилизации после проведения ветеринарно-санитарной экспертизы.

Таким образом, комбикорма играют главное значение в разведении сельскохозяйственной птицы. Выход мяса зависит от сбалансированности рациона птицы в период содержания и качества поступающих кормов. Помимо этого, кормовая база, определяет некоторые свойства мяса при реализации. Введение в рацион птицы антибиотиков может отразить на свойствах мяса из-за долгого периода выведения из организма.

Список литературы

1. Перечень ветеринарных лекарственных средств, запрещенных к применению для продуктивных животных на Таможенной территории Евразийского Экономического союза.

2. ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия [Электронный ресурс] / Справочная правовая система КонсультантПлюс // Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 01.10.2025)

3. Класнер, Г. Г. Теоретические исследования процесса приготовления высокобелковых соевых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы / Г. Г. Класнер, В. И. Кузнецов, Ф. Ю. Жигайлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 186. – С. 21-30.

4. Контроль качества и безопасности комбинированных кормов для сельскохозяйственных животных и птиц / В. М. Бачинская, А. А. Дельцов, Ю. В. Петрова, Д. В. Гончар // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 12-1. – С. 86-94.

5. Левкина, О. Методика сравнительной оценки высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы / О. Левкина // Аграрная экономика. – 2024. – № 9(352). – С. 69-78.

УДК 639.3:639.212:639.3.045:628.1

Кожевникова Н.В., Амиров Д.Р.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. Осетровые рыбы представляют собой исключительную группу древней ихтиофауны, которая находится под угрозой исчезновения. В установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) искусственное воспроизводство является наиболее перспективным направлением сохранения и рационального использования этих видов. В работе представлены результаты сравнительного анализа роста и развития стерляди (Acipenser ruthenus) и её гибрида с белугой (Huso huso) - стербела, культивируемых в условиях УЗВ в ООО «Биосфера-Фиш». Установлено, что гибридная форма обладает более высоким темпом роста, превышающим показатели стерляди в среднем на 10% при равных затратах корма. Особое внимание уделено применению метода ультразвуковой диагностики (УЗИ) для неинвазивного определения пол стадий зрелости гонад. Доказано, что УЗИ-диагностика является эффективным и малотравматичным методом контроля за формированием ремонтно-маточного стада.

Ключевые слова: осетровые рыбы, аквакультура, темп роста, прирост массы, установка замкнутого водоснабжения (УЗВ), стерлядь, гибрид стербел, ультразвуковая диагностика, гонады, стадии зрелости.

Исследование проводилось на базе ООО «Биосфера–Фиш». Объектами исследования послужили молодь стерляди (Acipenser ruthenus) и её гибрид с белугой (Huso huso) – стербел.

Рыба содержалась в бассейнах УЗВ со стабильными гидрохимическими показателями:

Температура и кислородный режим поддерживались на оптимальном уровне (насыщение кислородом 78–98% в зависимости от сезона, pH 7,2–7,8). Кормление осуществлялось специализированными кормами. (Le Gouessant)

Измерения проводились путём ежемесячного взвешивания контрольных групп. Пол и стадию зрелости гонад определяли с помощью ультразвукового сканера Mindray DP-50. Для описания стадий зрелости использовалась шкала Трусова (1972), адаптированная для эхографического исследования. Сканирование проводилось в области между грудным и анальным плавниками.

Таблица - Сравнительный анализ роста стерляди и стербела.

Дата контроля	Возраст, сут.	Стерлядь, г	Стербел,г	Соотношение масс (стербел/стерлядь)
12.12.2025	14	0,51	0,76	1,49
12.01.2026	39	15,01	18,02	1,2
12.02.2026	71	38,94	42,9	1,1

В ходе наблюдений (с декабря по февраль 2025-2026 года) были получены данные по динамике массы молоди (табл.). Результаты показали, что гибридная форма стербел развивается значительно быстрее, чем стерлядь.

Показатели средней массы (г) стерляди и стербела в зимний период

Уже на стадии вылупления масса мальков гибрида превышала массу мальков стерляди в 1,49 раза. К окончанию периода наблюдения средняя масса стербела составила 42,9г , тогда как масса стерляди — 38,94 г. Соотношение прироста массы стабилизировалось на уровне 1,1 в пользу гибрида. Это означает, что при равных кормовых и энергетических затратах выращивание стербела позволяет получить на 10 % больше продукции.

Определение пола и стадий зрелости методом УЗИ.

Вторым важным аспектом работы стала диагностика половой принадлежности,так как у осетровых не выражен половой деморфизм. Лапароскопия и прямая пальпация, эндоскопия являются либо травматичными, либо дорогостоящими. Использование УЗИ–диагностики позволяет быстро и без рисков для рыбы получить необходимую информацию.

При ультразвуковом сканировании 9 трехлетних особей стерляди были получены следующие результаты:

- Идентифицирован 1 самец (11,1%).
- Идентифицировано 8 самок (88,9%).
- У 3 самок диагностирована переходная стадия от II к III стадии зрелости яичников.
- У 4 самок диагностирована III–IV (преднерестовая) стадия зрелости.

- У 1 самки диагностирована киста.

Эхографическая картина гонад имела характерные особенности, соответствующие стадиям развития:

- **Яичники I стадии** (у годовиков): визуализируются как неоднородная зернистая структура смешанной эхогенности, неправильной формы, без чёткой оболочки.
- **Яичники II стадии**: определяются как «облакообразная» зернистая структура, видны яйценосные пластины, идентификация самок не затруднена.
- **Яичники III стадии**: приобретают выраженную зернистую структуру, обусловленную началом вителлогенеза (накопления желтка в ооцитах).
- **Яичники IV стадии**: имеют вид неоднородной структуры с множественными анэхогенными включениями (зрелые икринки). Ультразвук практически не проникает глубже поверхностного слоя гонады из-за высокой плотности икры.
- **Семенники II–III стадии (MII-MIII)** : выглядят как гипоэхогенные (тёмные) структуры с чёткими гиперэхогенными (светлыми) границами (оболочка семенника). С повышением зрелости эхогенность ткани возрастает, структура становится мелкозернистой, светлой.
- **Семенники IV стадии (MIV)** : гиперэхогенность достигает максимума, семенники выглядят как яркие светлые образования на эхограмме, что соответствует завершению сперматогенеза и готовности к нересту.

На основе данных УЗИ были приняты следующие технологические решения:

- Самкам на переходной стадии (II–III) изменили рацион: снизили содержание жира и увеличили долю животного белка (до 70%) для обеспечения нормального формирования икры.
- Самок, достигших IV стадии, отсадили в отдельный бассейн, где температуру воды снизили до 6°C (температурная стимуляция нереста), что способствует завершению созревания икры и получению качественных половых продуктов в нужные сроки.
- Самку, имеющую кисту отправили на выбраковку.

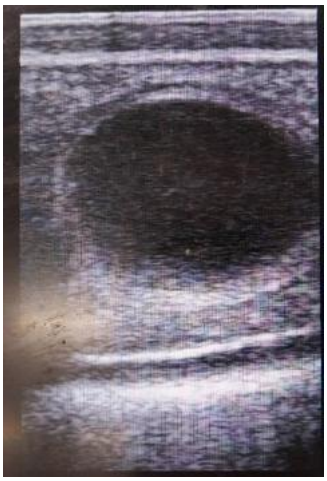


Рис.1 Киста

Таким образом, УЗИ-диагностика позволит не только точно определить пол (сложность определения пола у осетров является серьёзной проблемой), но и проводить мониторинг физиологического состояния рыб, выявляя патологические состояния, а также своевременно корректировать технологический процесс для максимальной эффективности работы завода.

Преимуществами метода являются: быстрота (30-40 секунд на рыбу), нетравматичность (отсутствие послеоперационных осложнений, стресса и гибели рыбы), информативность (возможность оценить стадию зрелости) и возможность многократного применения на одних и тех же особях.

Список литературы

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования / Под общ. ред. В.М. Константинова. – 7-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 448 с
2. Мамаев М.А., Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И. Индустриальные методы культивирования стерляди в условиях Дагестана // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 33-34.
3. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Балыкин П.А. Выращивание осетра в условиях замкнутого водоснабжения // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2008. – Вып. 11. – С. 47-56.

4. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. О состоянии осетровых в России // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 1 (31). – С. 42-50.
5. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизведению осетровых рыб. – Анкара: ФАО, 2013. – 370 с.
6. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования / Под общ. ред. В.М. Константинова. – 7-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 448 с.
7. Мамаев М.А., Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И. Индустриальные методы культивирования стерляди в условиях Дагестана // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 33-34.
8. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Балыкин П.А. Выращивание осетра в условиях замкнутого водоснабжения // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2008. – Вып. 11. – С. 47-56.
9. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. О состоянии осетровых в России // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 1 (31). – С. 42-50.
10. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизведению осетровых рыб. – Анкара: ФАО, 2013. – 370 с.
11. Васильев А.А., Галиев Р.С., Овчинников А.А. и др. Рекомендации по кормлению рыб в условиях индустриальной аквакультуры.– Казань: КГАВМ, 2019. – 48 с.

УДК 636.5

Шермонова Т.О., Заболотных М.В.
Омский государственный аграрный университет, г. Омск

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Развитие сельскохозяйственной отрасли важный национальный проект, который создан для поддержания сельских территорий и восстановления развития сельской местности. Наряду с крупными животноводческими комплексами по выращиванию крупного рогатого скота и свиней, активно развивается разведение сельскохозяйственной птицы, как в крупных птицеводческих предприятиях, так и в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах и личных подсобных хозяйствах. На сегодняшний момент еще одним направлением развития сельских территорий является экотуризм, так все большую популярность набирают страусиные фермы. Соответственно развитие птицеводческого предприятия требует комплексного подхода.

Ключевые слова: корма, сбалансированность, протеин, проблемы, недостатки, важность.

Мясо птицы является одним из самых популярных видов мяса в мире благодаря своим вкусовым качествам, доступности и полезным свойствам. Оно содержит меньше жиров и холестерина, чем красное мясо, и больше белка, витаминов и минералов. Кроме того, птица является более доступным источником животного белка для многих людей по сравнению с другими видами мяса [3].

Кормовая база служит источников получения всех необходимых веществ для выхода большего объема мяса и лучшего внешнего вида птицы. Наряду с импортными кормами для сельскохозяйственных и декоративных птиц, все большим спросом пользуются отечественные корма, которые по свойствам не отличаются от зарубежных, а по ценовой политике являются наиболее выгодными. Отечественные производители предлагают к приобретению широкую линейку кормов, как для сельскохозяйственной птицы, так и для декоративной [2].

Особое значение уделяют питательности кормов, так как пищеварение птицы занимает меньший промежуток времени, чем например, у крупного рогатого скота. В основу кормления ставится три задачи:

- обеспечение правильного развития и своевременного роста молодняка, которое в будущем поступает производителем мяса или яйца, а так же может служить в качестве ремонтного молодняка родительского стада;
- получение оптимальной и планомерной продуктивности;
- снижение затрат на корм и оптимизация процессов кормления, так как многие птицеводческие предприятия используют системы автоматизированного кормления и не учитывают индивидуальных потребностей.

При разработке программы кормления обязательно необходимо учитывать следующие факторы:

- кросс, то есть гибридность и линии пород птицы, так как большинство из существующих пород цыплят бройлеров являются гибридами и требуют особого ухода и принципов кормления;

- возраст, для каждой возрастной группы определяется состав кормов и количество скармливаемого корма;

- фаза кормления [4].

Рационально введенное количество протеина корма отвечает за следующие параметры:

- продуктивность;

- общее состояние здоровья птицы;

- экономическая составляющая производства;

- повышенная яйценоскость птицы;

- повышенная жизнеспособность цыплят.

Недостаточность сбалансированного рациона может привести к ряду проблем:

- плохое оперение, как правило, птица с недостатком питательных веществ испытывает проблемы с оперением, перо становится ломким, не приглядного вида, что не дает возможности в дальнейшем использовать его как сырье;

- задержка полового развития приводит к снижению яйценоскости птичьего поголовья, а так же ухудшению качества инкубационного яйца и дальнейшему выводу птенцов;

- разнородность стада, птица отличается по весу и телосложению, в одной возрастной группе могут быть особи готовые к убою и особи недостаточно развитые.

Пищевые отравления, связанные с кормами можно разделить в зависимости от следующих факторов:

- патогенные микроорганизмы, развивающиеся в ходе неправильного приготовления кормов или использования не качественного сырья, так же фактором развития патогенной микрофлоры могут быть не соблюдения условий хранения;

- микотоксины, которые могут попасть в корма на любом этапе от сбора растительного сырья, до производства и хранения;

- пестициды, основным фактором попадания является не соблюдение сроков сбора растительного сырья после применения пестицидов.

В птицеводстве в качестве основных источников белка, протеинов и жиров используют такие компоненты как [1]:

- жмыхи и шроты, наиболее распространенный подсолнечниковый, рапсовый или льняной;

- соя и продукты её переработки;

- растительные масла и животные жиры;

- рыбная мука и рыбий жир;

- мука животного происхождения.

Неправильно приготовленные корма или корма с недостаточно сбалансированным составом могут быть факторов снижения яйценоскости и увеличения издержек при производстве. Зачастую при процессах хранения корма прогоркают из-за наличия в их составе насыщенных жирных кислот и жиров животного происхождения. В случаях с порчей кормов, появляется их неприятный запах и вкус, птиц начинает отказываться от корма, теряя при этом мышечную массу [5].

На территории Новосибирской области производят, и реализуют полнорационные комбикорма, БМВД (белково-минерально-витаминные добавки), зерно фуражное и зерновые смеси для сельскохозяйственной птицы, следующие крупные предприятия:

ООО «АГРО-ВЕСТА» специализируется на оптовых поставках от 500 кг. Производит корма, биодобавки, премиксы и сбалансированные рационы для сельскохозяйственной птицы.

ООО «РОСАГРОКОРМ» производит белковые кормовые смеси, кормовые добавки, концентраты, полнорационные комбикорма, аминокислоты и витамины.

Комбикормовый завод ООО «ВЕГА» производит полнорационные корма для кур-несушек серии ПК-1, для бройлеров, включая ПК-5, премиксы и добавки.

ООО «Сибагро Трейд» производит комбикорма, премиксы, витаминные добавки, а также стартерные корма для молодняка.

ООО АГРОФИРМА «ПРОДКОМСИБ» производит кормосмеси, гранулированные виды кормосмеси (пеллета), зерно фуражное (пшеница, ячмень, овёс).

Местные комбикормовые заводы и фермерские хозяйства производят зерновые корма (пшеница, овёс, ячмень, сорго, кукуруза).

Линейки кормов для сельскохозяйственной птицы разнообразны и соответствуют требованиям стандартов Российской Федерации.

Список литературы

1. ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия [Электронный ресурс] / Справочная правовая система КонсультантПлюс // Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 01.10.2025)
2. Класнер, Г. Г. Теоретические исследования процесса приготовления высокобелковых соевых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы / Г. Г. Класнер, В. И. Кузнецов, Ф. Ю. Жигайлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 186. – С. 21-30.
3. Контроль качества и безопасности комбинированных кормов для сельскохозяйственных животных и птиц / В. М. Бачинская, А. А. Дельцов, Ю. В. Петрова, Д. В. Гончар // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 12-1. – С. 86-94.
4. Левкина, О. Методика сравнительной оценки высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы / О. Левкина // Аграрная экономика. – 2024. – № 9(352). – С. 69-78.
5. Суздальцева, М. А. Комплексная оценка показателей питательности и безопасности кормового сырья и кормов для сельскохозяйственных животных и птиц / М. А. Суздальцева, Д. В. Моденов, А. В. Лысов // БИО. – 2019. – № 9(228). – С. 12-15.

УДК 636.2.034

Роженцов А.Л.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСТАРТЕРНЫХ И СТАРТЕРНЫХ КОМБИКОРМОВ В СХЕМЕ ВЫРЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ

Аннотация. От организации системы правильного кормления выращиваемых телят и ремонтного молодняка в значительной мере зависит и будущая высокая продуктивность коров, их племенные качества и продолжительность хозяйственного использования. Полноценное и сбалансированное кормление гарантирует хороший рост и гармоничное развитие всех органов и тканей телят. В питании этих половозрастных групп животных, и особенно высокопродуктивных, не обойтись без специальных кормов и кормовых добавок, обогащённых биологически активными и ветеринарными лекарственными веществами. Высокопродуктивными ремонтными тёлками, нетелями и коровами-первотелками могут быть исключительно здоровые, целенаправленно выращенные животные. В питании этих половозрастных групп животных, и особенно высокопродуктивных, при современной промышленной технологии получения молока, не обойтись без специальных кормов и кормовых добавок, обогащённых биологически активными и ветеринарными лекарственными веществами (премиксы, белково-витаминно-минеральные кормоыве концентраты и др.). Эти компоненты питания животных также довольно часто используются для улучшения качества кормов основного рациона. Они способствуют повышению продуктивности животных, поддержанию здоровья и сохранения воспроизводительной функции.

Ключевые слова: телята, схема выращивания, кормление, стартерные и престартерные комбикорма

Правильное выращивание телят - это фундамент экономически эффективного производства молока. Недоразвитая, плохо сформировавшаяся тёлочка не сможет вырасти в хорошую молочную корову. Особое внимание необходимо уделить выращиванию молодняка от рождения до 6-месячного возраста. [2]

Полноценное кормление телят подразумевает поступление с кормом всех питательных веществ и энергии в количествах, обеспечивающих потребности организма, для реализации генетического потенциала. [4]

Основой правильного кормления молодняка крупного рогатого скота является наиболее полное удовлетворение его потребностей в питательных веществах, исходя из научно обоснованных норм. [3]

В условиях современных технологий, применяемых в скотоводстве, организм животных испытывает значительные физиологические перегрузки и особенно требователен к кормам. На повышение продуктивности сельскохозяйственных животных особое влияние оказывает полноценное и сбалансированное кормление. [7]

Одним из факторов повышения продуктивности скота является использование в кормлении биологически активных веществ: витаминов, макро- и микроэлементов, ферментов, биологически активных добавок (БАД), тканевых и гормональных препаратов и других веществ. [5]

Немаловажное значение для роста и развития животных имеет также включение в состав рационов групп биологически активных препаратов для животноводства, которые применяются и в настоящее время при выращивании телят в первые месяцы жизни. [1]

Основная задача правильного кормления стельных коров в сухостойный период заключается в обеспечении условий для сохранения здоровья коровы, нормального развития плода и создания базы для дальнейшего развития теленка. [6]

Материалом для исследований послужили телята, выращиваемые в ООО «Молочный родник» Советского района республики Марий Эл, а также схемы их выращивания. С целью повышения товарности цельного молока и получения дополнительной прибыли от его реализации, нами были рекомендованы для внедрения в производство схемы выращивания телят до 6-месячного возраста с использованием престартерного комбикорма «МУММ 7703» и комбикорма-стартера «МУММ 7801» от компании «АгроБалт Трейд». Компания-производитель рекомендует для ввода в комбикорма для молодняка крупного рогатого скота следующее количество витаминно-минерального премикса «МУММ»: в возрасте от 6 до 12 месяцев - 30-40 и в возрасте от 12 до 18 месяцев – 40-60 грамм на голову в сутки, соответственно. Рекомендуемое от производителя количество добавки «МИНВИТ» составляет от ста до двухсот грамм на голову в сутки. Для дойного стада в период раздоя в максимальной дозировке - 200 грамм/голову, во второй период лактации – 150 грамм на голову в составе суточного рациона и период спада – 100 грамм на голову. Для составления рационов кормления в качестве программного модуля использовалось приложение Microsoft Excel, разработанный сотрудниками кафедры технологии производства продукции животноводства (ТППЖ) Марийского государственного университета.

При достижении поставленной цели, заключающейся в совершенствовании элементов технологии молока, нами был проведён анализ технологии кормления телят до полугодовалого возраста.

Новорожденные телята в ООО «Молочный родник» в первые пять-шесть часов после отёла находятся в деннике вместе с коровой-матерью. С этой целью в родильном отделении обустроены отдельные станки-боксы для проведения отёла. В боксе коров содержат на чистой, сухой, ежедневно сменяемой подстилке.

Новорожденного телёнка взвешивают перед первым кормлением, телочке присваивают кличку, индивидуальный номер (бычку - только номер) и заносят данные в книгу приплода.

В первые три часа жизни телёнку выпаивают молозиво досыта, т. е. как при свободном сосании. Минимальное количество выпиваемого телёнком молозива должно составлять не менее одного литра. В последующие часы жизни телёнок за счёт частого выпаивания должен дополнительно получить еще полтора-два литра молозива.

В первый день суточная норма выпойки молозива составляет от 12 до 16 % живой массы новорожденного телёнка. Молозиво охлаждают за период выпойки до температуры помещения, чтобы не нарушить пищеварение. В дальнейшем количество выпоенного молозива и молока должно быть минимально равно возрасту теленка в днях. В соответствии с этим требованием количество молозива и молока доходит к концу первой недели до 7 литров. В случае появления признаков диареи теленку назначают 1-2 дневную голодную диету. В этом случае вместо молозива теленку выпаивают раствор электролита или физиологический раствор.

Выращивание телят в клетке-профилактории обеспечивают такие условия, и в какой- то мере предотвращают желудочно-кишечные и некоторые респираторные заболевания. Телята, содержащиеся в индивидуальных домиках или клетках более подвижны, лучше едят и меньше болеют. Согласно принятой хозяйственной технологии, телят помещают в клетку через сутки после рождения. Сухая подстилка сменяются регулярно. В групповые клетки из индивидуальных домиков телят переводят на тридцатый день жизни.

Принятой в хозяйстве схемой выращивания телят возраста предусмотрено достижение ими к полугодовалому возрасту живой массы в 160 килограмм. За весь период выращивания расходуется 3,5 центнера молока, 230 килограмм сена, 200 килограмм силоса и около 200 килограмм комбикорма-концентрата. Также предусмотрено использование кормовой соли и кормового дикальцийфосфата. Учитывая то, что предприятие тесно сотрудничает с компанией «АгроБалт», нами была разработана и рекомендована для внедрения в производство, доработанная схема выращивания телят с использованием престартерного и стартерного комбикормов от вышеозначенного производителя (таблицы 1-2).

Таблица 1 – Схема кормления телят до 6- месячного возраста на зимне-стойловый период

Возраст		Ж. м. в конце периода, кг	Корма, кг						
Месяц	Декада		Цельное молоко	Сено	Сенаж	Силос	Престартер «МУММ 7703»	Дерть зерновой смеси	Стартер «МУММ

									7801»
1	1-я	**53**					0,02	0,02	
	2-я		7				0,05	0,05	
	3-я		6	Приучен.			0,05	0,05	
За 1 -й мес.			**130**				**1,2**	**1,2**	
2	4-я	**83**	5	0,05			0,2	0,2	2,5
	5-я		5	0,1			0,6	0,6	2,5
	6-я		4	0,15	Приучен.		0,9	0,9	2,5
За 2-й мес.			**140**	**3**			**17**	**17**	**75**
3	7-я	**110**	-	0,2	0,1		1,0	1,0	2,0
	8-я		-	0,3	0,2		1,1	1,1	2,0
	9-я		-	0,4	0,3	Приучен.	1,2	1,2	2,0
За 3-й мес.			**-**	**9**	**6**		**33**	**33**	**60**
4	10-я	**135**	-	-	0,4	0,1	-	-	2,0
	11-я		-	-	0,4	0,2	-	-	2,0
	12-я		-	-	0,4	0,3	-	-	2,0
За 4-й мес.			**-**	**-**	**12**	**6**	**-**	**-**	**60**
5	13-я	**160**	-	-	1,0	0,5	-	-	-
	14-я		-	-	2,0	1,0	-	-	-
	15-я		-	-	2,0	1,5	-	-	-
За 5-й мес.			**-**	**-**	**45**	**30**	**-**	**-**	**-**
6	16-я	**185**	-	-	3,0	2,0	-	-	-
	17-я		-	-	3,0	2,5	-	-	-
	18-я		-	-	3,0	3,0	-	-	-
За 6-й мес.			**-**	**-**	**90**	**75**	**-**	**-**	**-**
ВСЕГО за 6 мес.			**270**	**12**	**153**	**111**	**51,2**	**51,2**	**195**

Использование заменителей цельного молока (ЗЦМ) на выпойку телятам в хозяйстве в настоящее время не представляется возможным. Следовательно, экономия цельного молока, реализация которого является главным источником поступления денежных средств возможна лишь за счёт использования престартерного и стартерного комбикормов при постоянном свободном доступе телят к чистой питьевой воде.

Таблица 2 – Схема кормления телят до 6- месячного возраста на летне-пастбищный период

Возраст		Ж. м. в конце периода, кг	Корма, кг				
Месяц	Декада		Цельное молоко	Зелёная трава	Престартер «МУММ 7703»	Дерть зерновой смеси	Стартер «МУММ 7801»
1	1-я	**53**		Приуч.	0,02	0,02	
	2-я		7	0,5	0,05	0,05	
	3-я		6	0,5	0,05	0,05	
За 1 -й мес.			**130**	**10**	**1,2**	**1,2**	
2	4-я	**83**	6	1,0	0,2	0,2	2,5
	5-я		5	1,0	0,6	0,6	2,5
	6-я		4	1,0	0,9	0,9	2,5
За 2-й мес.			**150**	**30**	**17**	**17**	**75**
3	7-я	**110**	-	1,5	1,0	1,0	2,0
	8-я		-	1,5	1,2	1,2	2,0
	9-я		-	1,5	1,2	1,2	2,0
За 3-й мес.			**-**	**45**	**34**	**34**	**60**
4	10-я	**135**	-	2,0	-	-	2,0
	11-я		-	2,0	-	-	2,0
	12-я		-	2,0	-	-	2,0
За 4-й мес.			**-**	**60**	**-**	**-**	**60**

5	13-я	**160**	-	2,5	-	-	-
	14-я		-	2,5	-	-	-
	15-я		-	2,5	-	-	-
За 5-й мес.			**-**	**75**	**-**	**-**	**-**
6	16-я	**185**	-	3,0	-	-	-
	17-я		-	3,0	-	-	-
	18-я		-	3,0	-	-	-
За 6-й мес.			**-**	**90**	**-**	**-**	**-**
ВСЕГО за 6 мес.			**280**	**310**	**52,2**	**52,2**	**195**

В обоих схемах выращивания телят до шестимесячного возраста предусмотрен меньший расход цельного молока вследствие применения престртернго и стартерного комбикормов, по сравнению с принятой в настоящее время. Престартерный гранулированный комбикорм «МУММ 7703» предназначен для телят в возрасте до четырёх месяцев. Используется, начиная с третьего-пятого дня после рождения телёнка и до третьего месяца жизни. Содержание сырого протеина - 220 грамм и 1,25 ЭКЕ в килограмме.

Стартерный гранулированный комбикорм «МУММ 7801» разработан для телят с полутора-двух месяцев до достижения пяти месячного возраста. Концентрация сырого протеина 170 и ЭКЕ - 1,18 в одном килограмме соответственно. В целях экономии дорогостоящих престартерных и стартерных комбикормов, часть их было предложено заменить на эквивалентным по содержанию энергии, количеством комбикорма-концентрата (дерть зерновой смеси).

В схеме выращивания на летний период объёмистые корма представлены исключительно пастбищной травой. Кроме того, в летний период закупочная цена на молоко, как правило снижается, и появляется возможность использовать несколько большее его количество на выпойку телятам. В целом, высвободившееся от выпаивания телятам цельное молоко будет направлено на продажу и переработку. Также следует отметить, что в обоих нами разработанных и рекомендованных для внедрения в производство схемах кормления телят предусмотрено достижение ими к концу периода живой массы в 185 кг, что позволит в дальнейшем планировать более высокие приросты живой массы и у ремонтных тёлок.

Таким образом, на основании проведённого исследования, рекомендуем:

- в целях улучшения обмена веществ, повышения продуктивности, сохранности здоровья и функции воспроизводства использовать витаминно-минеральные добавки «МУММ® Премикс П 62-1» и «Минвит® - 3-1 Se» от компании «АгроБалт Трейд» в дозировках, рекомендуемой производителем данной продукции.

- с целью повышения товарности цельного молока и получения дополнительной прибыли от его реализации, использовать разработанные нами схемы выращивания телят до 6-месячного возраста с использованием престартерного комбикорма «МУММ 7703» и комбикорма-стартера «МУММ 7801» от этой-же компании.

Список литературы

1. Дурсенев, М. С. Оценка эффективности холодного метода выращивания телят в сравнении с традиционным методом / М. С. Дурсенев // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Сборник трудов IV научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2022 года. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАУ, 2022. – С. 42-45.
2. Использование современных технологических приёмов кормления и содержания для интенсивного выращивания ремонтного молодняка молочного скота / Н. Н. Кердяшов, Д. О. Дадонов, А. В. Зеленцова [и др.] // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 20–21 октября 2021 года. Том I. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2021. – С. 112-114.
3. Калмагамбетов, М. Б. Влияние оптимального рациона кормления на выращивание молодняка крупного рогатого скота / М. Б. Калмагамбетов, А. Б. Баймуханов, Ж. Е. Шералиева // Проблемы агрорынка. – 2021. – № 2. – С. 100-107.
4. Калюжный, И. И. Оценка клинико-биохимических показателей у телят молочного периода при введении в рацион кормовой добавки / И. И. Калюжный, С. О. Лощинин, С. В. Козлов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 11. – С. 148-153.
5. Прошкина, Т. В. Влияние новой белковой кормовой добавки на молочную продуктивность коров / Т. В. Прошкина // Естественные и технические науки. – 2009. – № 6(44). – С. 215-217.
6. Турейко, К. А. Влияние полноценного и неполноценного кормления коров-матерей на иммунный статус новорожденных телят / К. А. Турейко // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых учёных- Красноярск, 07–09 апреля 2021 года. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2021. – С. 145-148.

7. Усатов, О. О. Основные аспекты применения кормовых добавок на основе микроводоросли Spirulina Platensis в рационах молодняка крупного рогатого скота / О. О. Усатов, И. В. Глебова, О. А. Тутова // Вестник Курской ГСХА. – 2023. – № 9. – С. 189-193.

УДК 636.4; 636.4.033

Роженцов А.Л.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СТИМУЛЯЦИЯ ПОЛОВОЙ ФУНКЦИИ И СИНХРОНИЗАЦИИ ОВУЛЯЦИИ У СВИНОМАТОК И РЕМОНТНЫХ СВИНОК ГОРМОНАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ «ФОЛЛИМАГ», «СУРФАГОН» И «ПГ 600» И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И СОХРАННОСТИ ПОРОСЯТ

Аннотация. Регуляция воспроизводственной функции (повышение многоплодия маточного поголовья, индукция половой охоты, синхронизация овуляции) является важнейшим элементом в технологии производства свиноводческой продукции на промышленной основе, которая значительно сокращает время холостого содержания свиноматок и увеличивает выход поросят, а в конечном итоге – повышает производство мяса-свинины, при одновременном снижении её себестоимости. Из всех существующих способов увеличения производства свинины наиболее важным следует считать интенсификацию свиноводства путем повышения продуктивности свиней. При экстенсивном способе, базирующемся на увеличении численности поголовья без повышения продуктивности животных, допускается большой перерасход кормов, неоправданное увеличение производственных мощностей и трудозатрат на содержание поголовья.

Ключевые слова: гормональные препараты, половая функция, синхронизация овуляции, свиноматки, ремонтные свинки, поросята-молочники

Нормализация полового цикла свиноматок, регуляция течек, синхронизация опоросов – необходимый элемент промышленной технологии, который значительно сокращает фазу холостого содержания самок, повышает выход поросят и, как следствие, снижает удельные затраты на производство животноводческой продукции. [3,6]

Синхронизация охоты позволяет сформировать определенные группы свиноматок одной производственной фазы, провести в сжатые сроки подготовку помещений, искусственное осеменение и соответствующее передвижение животных. Массовая гормональная обработка животных в промышленном свиноводстве полностью оправдывает себя и является эффективным приемом в налаживании ритмичности воспроизводства. [2]

Биологическая особенность свиноматок - почти стопроцентное торможение охоты и овуляции в подсосный период, в связи с чем практически у всех животных к отъёму наблюдается гипофункция яичников. Но благодаря широкому применению биологически активных, в том числе и гормональных, препаратов можно четко организовать цикл воспроизводства, влияя на биологические особенности свиней. [4]

В зависимости от сезона года за 21 день случного периода приходят в охоту 53-77% ремонтных свинок. При этом после первого осеменения становятся супоросными 58-72%. Скопление в цехе воспроизводства неоплодотворенных животных срывает ритмичность процесса, повышает выбраковку ремонтных свинок, что приводит к росту затрат на его выращивание или приобретение. [7]

Стимуляция течки и овуляции у свиноматок проводится с целью унификации индуцирования охоты в целой группе животных, у которых половые циклы, естественно возникающие в разное время, предварительно синхронизируют с использованием ряда препаратов. [8]

Проблема раннего и точного определения оптимальных, физиологически обусловленных сроков осеменения свиней, кроме решения физиолого-биологических аспектов, имеет также большое экономическое значение для промышленного свиноводства. [1]

Применение гонадотропных препаратов на ремонтных свинках, позволяющее в условиях промышленного свиноводства в кратчайшие сроки формировать технологические группы, при этом не оказывает влияние на снижении их воспроизводительных качеств. [5]

Материалом для исследований являлись холостые помесные свиноматки и ремонтные свинки; полученные от них поросята-сосуны, а также исследуемые гормональные ветеринарные препараты. Обработку животных исследуемыми препаратами проводили по схеме (табл. 1). Препараты вводились согласно их инструкциям по их применению, всем клинически здоровым холостым маткам и ремонтным свинкам, не истощённым и без признаков хронической диареи.

Таблица 1 – Схема обработки гормональными препаратами свиноматок и ремонтных свинок

Группа животных	Препарат	Схема обработки животных
Основные матки (продолжительность лактации 21 день)		
I (n=20)	«Фоллимаг»	Внутримышечно в область шеи, после выявления половой охоты, в дозе 1000 МЕ, через 24 часа после отъема поросят
II (n=20)	«Сурфагон»	Внутримышечно в область шеи, после выявления половой охоты, перед осеменением в дозе 10 мкг, через 24 часа после отъема поросят
III (n=20)	«ПГ 600»	Внутримышечно в околоушную область, после выявления половой охоты в дозе 600 МЕ (400 МЕ гонадотропина сыворотки жеребых кобыл (ГСЖК) и 200 МЕ хорионического гонадотропина человеческого (ХГЧ)), в день отъёма поросят
Ремонтные свинки		
I (n=20)	«Фоллигон»	Внутримышечно (или подкожно) в область шеи, после выявления хряком-пробником признаков первой половой охоты, в дозе 800 МЕ, перед осеменением
III (n=20)	«Сурфагон»	Внутримышечно в область шеи, после выявления хряком-пробником признаков первой половой охоты, в дозе 10 мкг, перед осеменением
III (n=20)	«ПГ 600»	Внутримышечно в околоушную область, после выявления хряком-пробником признаков первой половой охоты, в дозе 600 МЕ (400 МЕ гонадотропина сыворотки жеребых кобыл (ГСЖК) и 200 МЕ хорионического гонадотропина человеческого (ХГЧ)), перед осеменением

Препараты «Фоллигон» и «Фоллимаг» содержит в качестве основного действующего вещества гонадотропин сыворотки крови жеребых кобыл (ГСЖК), очищенный от иммуногенных белков. Гонадотропный гормон обладает как фолликулостимулирующей, так и лютеинизирующей активностью и при этом не обладает межвидовой специфичностью. Препараты стимулируют рост и развитие фолликулов у свиноматок и ремонтных свинок. Препарат «ПГ-600» («PG-600») является комбинированным, содержащий в одной дозе в качестве действующих веществ: 400 МЕ гонадотропина сыворотки жеребых кобыл (ГСЖК) и 200 МЕ хорионического гонадотропина человека (ХГЧ). Аналогично трём вышеуказанным препаратам, «ПГ-600» непосредственно влияет на развитие фолликулов и их овуляцию. Комбинация двух этих гормонов играет важную роль в формировании полового цикла у свиней.

Объектом исследований послужили взрослые свиноматки с подсосным периодом в тридцать дней, а также ремонтные свинки в возрасте 7-8 месяцев с живой массой 135-140 кг. Средняя живая масса свиноматок составляла 240,5 кг. Средний возраст при первом осеменении составлял в среднем 239 дней. Все свиноматки и ремонтные свинки были простимулированы с разницей в 1-2 дня в соответствии с инструкцией. Осеменение животных проводили двукратно в течение эструса с экспозицией в 18-24 часа. Эффективность различных схем гормональной обработки свиноматок и ремонтных свинок оценивали по их приходу в охоту после отъёма поросят в течение 10 дней и 21-го дня (половой цикл), а на ремонтных свинках - в течение полового цикла после использования препаратов, а также по итогам первого опороса. Число пришедших в охоту и опоросившихся основных маток и первоопоросок, а также сохранность поросят определяли по данным первичного зоотехнического и ветеринарного учёта. Выявление супоросности у животных проводили с использованием ультразвукового прибора на 28-30-е дни после осеменения. Живую массу поросят при рождении и при отъёме в месячном возрасте определяли путём их индивидуального взвешивания.

Проведёнными исследованиями было установлено, что используемые гормональные препараты оказывали определённое влияние на изучаемые нами показатели. В соответствии с инструкциями по применению гормональных препаратов, эффективность гормональной обработки у маток оценивалась по их приходу в охоту после отъёма поросят в течение десяти дней, а также и на двадцать первый день после обработки, то есть, на протяжении всего полового цикла. Анализ наблюдений за животными, представленный в таблице 2 показал, что все свиноматки, вне зависимости от использованного препарата, приходили в охоту в течении десяти дней и также на 21-й день после отъёма поросят и введения соответствующего препарата.

При этом применение комбинированного препарата «ПГ-600» оказывало несколько более эффективно. Общее число опоросившихся свиноматок в этой группе на 5 абсолютных процента было больше, чем у аналогов, обработанных препаратами «Фоллимаг» и «Сурфагон». Число живых поросят за опорос в третьей группе маток, было в среднем на 0,3 и 0,6 поросёнка больше, чем во

второй и первой группах, что обеспечивало общую прибавку в количестве 16,5 и 21,8 голов поросят, по сравнению со второй и первой группой маток, или на 8 и 10,5 %% соответственно.

Таблица 2 - Результаты гормональной стимуляции, синхронизации охоты и овуляции у свиней

Группы	Схема обработки животных	n	Пришло в охоту и осеменено, гол.		Всего опоросилось		Получено живых поросят, гол.	
			за 10 дней	за 21 день	гол.	%	на опорос	на всех осемен. маток
Основные матки (продолжительность лактации 30 дней)								
I	«Фоллимаг»	20	20	20	17	85	10,9±0,3	185,3±14,2
II	«Сурфагон»	20	20	20	17	85	11,2±0,2	190,6±12,3
III	«ПГ 600»	20	20	20	18	90	11,5±0,4	207,1±16,2
Ремонтные свинки								
I	«Фоллигон»	20	12	15	12	80	8,8±0,2	115,6±10,8
II	«Сурфагон»	20	12	17	14	82	8,9±0,4	124,6±11,1
III	«ПГ 600»	20	14	18	15	83	9,1±0,5	136,5±13,4

На ремонтных свинках эффективность от применения исследуемых гормональных препаратов отслеживалась в течение всего полового цикла, а также, как и у свиноматок - по результативности их опоросов. В соответствии с рекомендациями от фирм-производителей ветеринарных препаратов, вместо гонадотропина сыворотки жерёбых кобыл «Фоллимаг» для стимуляции фолликулостимулирующей и лютеинизирующей активности применялся аналогичный по составу и воздействию на репродуктивную систему у ремонтных свинок препарат «Фоллигон». Полученные нами данные показывают, что из двадцати простимулированных препаратом «Фоллигон» за 10 дней пришло в охоту и было осеменено 12 ремонтных свинок, а на 21-й день – 15 голов соответственно. Несколько лучшие результаты были получены в группе ремонтных свинок, обработанных синтетическим аналогом гонадотропин-релизинг гормона люлиберина (препарат «Сурфагон»). Действующее вещество этого гормонального лекарственного средства действует аналогично ГСЖК препаратов «Фоллигон» и «Фоллимаг» и, соответственно, также стимулирует выброс гонадотропных лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов гипофиза. Из 20-и простимулированных препаратом «Сурфагон» свинок, приходили в охоту и были осеменены, на 10-й и 21-й дни полового цикла, соответственно 12 и 17 животных. Опоросилось в этой группе 14 голов ремонтных свинок, что на 2 % было больше, в сравнении с аналогами из первой группы.

Наибольшее влияние на изучаемые показатели был получен в третьей группе ремонтных свинок, обработанных ветеринарным препаратом «ПГ-600». Так, в частности, из 20 простимулированных животных, приходило в охоту и было осеменено за 10 и 21 день 14 и 18 голов соответственно. При этом процент прохолоста в этой группе был наименьшим, в сравнении с аналогами из первой и второй групп. Живых поросят, в этой группе первоопоросок также в среднем было получено больше, чем у сверстниц из первой и второй группы на 2,2 и 3,4 %%. Соответственно, с учётом оплодотворяемости и многоплодия, всего живых поросят в третьей группе было получено на 11,9 и 20,9 голов больше, чем во второй и первой, или на 9,5 и 18 %.

Следует отметить, что в целях обеспечения функциональной активности яичников у свинок при осеменении применялось контактирование с хряком-пробником. Более эффективное воздействие на организм свинок в третьей группе, обработанных препаратом «ПГ-600», вероятно, можно объяснить комплексным воздействием на изучаемые показатели, входящим в состав препарата, наряду с гонадотропином сыворотки жерёбых кобыл (ГСЖК) хорионического гонадотропина человека (ХГЧ), комбинация которых и играет важную роль в стимулировании воспроизводительной функции, как у свиноматок, так и ремонтных свинок.

Также нами была предпринята попытка проанализировать влияние исследуемых гормональных ветеринарных препаратов на некоторые хозяйственно-полезные признаки, и в частности – сохранность и показатели роста поросят в начальный постнатальный период их жизни (табл. 3).

Проведённым анализом данных первичного зоотехнического и ветеринарного учёта было установлено, что обработка свиноматок и ремонтных свинок изучаемыми гормональными препаратами не оказывало существенного влияния на изучаемые показатели у поросят-сосунов.

Таблица 3 – Сохранность и рост поросят

Группы	Схема обработки животных		Средняя масса поросят при рождении, кг	Сохранность поросят, %	Масса гнезда, кг		Средняя живая масса поросят при отъёме в 30 дней, кг
					при рождении	в 21 день	
Основные матки (продолжительность лактации 30 дней)							
	«Фоллимаг»	0	1,24±0,4	94	13,5±1,9	34,6±3,5	8,9±1,0
I	«Сурфагон»	0	1,24±0,3	95	13,9±2,2	34,8±4,2	9,1±1,2
II	«ПГ 600»	0	1,25±0,6	95	14,3±2,8	35,1±5,1	9,2±1,1
Ремонтные свинки							
	«Фоллигон»	0	1,18±0,1	90	10,4±2,3	33,4±3,9	7,9±1,1
I	«Сурфагон»	0	1,19±0,3	90	10,6±3,1	33,5±6,0	8,1±1,3
II	«ПГ 600»	0	1,19±0,2	91	10,8±3,7	33,6±4,7	8,2±1,4

Так, например, живая масса поросят, полученных от первоопоросок и основных маток, при рождении была практически одинаковой во всех группах. Имелась незначительная и статистически недостоверная тенденция к повышению крупноплодности в группах, обработанных комплексным препаратом «ПГ-600». Аналогичная ситуация была отмечена и в отношении числа выживших поросят в гнёздах, то есть сохранность. Соответственно, это касалось также и массы гнезда при рождении и молочности маток в 21 -дневном возрасте и средней живой массе поросят при отъёме в месячном возрасте. Статистически достоверной разницы между изучаемыми показателями также установлено не было.

Таким образом, регуляция воспроизводственной функции (повышение многоплодия маточного поголовья, индукция половой охоты, синхронизация овуляции) является важнейшим элементом в технологии производства свиноводческой продукции на промышленной основе, которая значительно сокращает время холостого содержания свиноматок и увеличивает выход поросят. С целью стимуляции воспроизводительной функции свиноматок и ремонтных свинок и как следствие - синхронизации технологического ритма производства мяса-свинины, рекомендуем использовать ветеринарные препараты «Фоллигон», «Фоллимаг», «Сурфагон» и «ПГ-600» для индукции полового цикла и синхронизации половой охоты в рекомендованной для каждого препарата фирмой – производителем дозировке и в строгом соответствии с инструкцией по их применению.

Список литературы

1. Корязова М. А., Федотов С. В., Максимов В. И., Лебедев Н. В. Патент № 2806178 C1 Российская Федерация, МПК A01K 67/02. способ определения оптимальных сроков искусственного осеменения племенных свиней: № 2022120281: заявл. 22.07.2022: опубл. 27.10.2023. ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина».
2. Методы стимуляции половой охоты ремонтных свинок / Д. В. Энговатов, К. Н. Лобанов, С. А. Ламонов, В. Ф. Энговатов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – Т. 16, № 2. – С. 698-701.
3. Менякина А.Г., Гамко Л.Н. Применение природных сорбирующих добавок в рационах молодняка свиней и их влияние на содержание тяжелых металлов в органах и тканях // Зоотехния. 2018. № 3. С. 14-16.
4. Никитина, Е. С. Оценка современного состояния свиноводства в России / Е. С. Никитина, Е. И. Козлова // Юность и знания - гарантия успеха -2019: сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 сентября 2019 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 200-207.
5. Оптимизация технических мероприятий при подготовке ремонтных свинок к осеменению в условиях промышленного комплекса / А. Г. Соловых, А. В. Овчинников, Н. С. Алтухова, Е. Г. Шевченко // Современные тенденции развития животноводства и зоотехнической науки: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.В. Орлова, Москва, 17–18 ноября 2022 года. – Москва: РГАУ, 2022. – С. 288-293.
6. Перепелюк, А. И. Как снизить прохолост? / А. И. Перепелюк, Ю. В. Сопова // Свиноводство. – 2012. – № 4. – С. 66-67.
7. Семенов, В.В. Использование гонадотропина «Фоллимаг» для стимуляции воспроизводительной функции свиноматок породы дюрок / В.В. Семенов // Актуальные проблемы производства свинины в РФ. Мат. Всеросс.

Научно-практ. конференции и XIV межвузовского координационного совета «Свинина», пос. Персиановский, 2005, с.61-62.
8. Эффективность применения новых биотехнологических способов в технологии искусственного осеменения свиней / Д. М. Богданович, А. И. Будевич, Е. И. Шейко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2015. – Т. 50, № 1. – С. 4-10.

УДК 636.4.033; 619

Роженцов А.Л.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И ПОЛИВИТАМИННОГО ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АНЕМИИ У ПОРОСЯТ-МОЛОЧНИКОВ И УЛУЧШЕНИЯ ИХ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ

Аннотация. При интенсивной технологии производства свиноводческой продукции недостаток железа вызывает в подсосный период жизни у поросят анемию (малокровие) в ста процентов случаев, и это приводит к трети всех потерь поросят в первые недели жизни. У тех поросят, кто остался в живых, снижаются среднесуточные приросты живой массы, идёт отставание в росте и развитии. Основные причины заболевания связаны, в первую очередь, с высокой интенсивностью роста поросят, а значит более высокой потребностью в железе. Уже на шестые-восьмые сутки после опороса живая масса поросёнка удваивается, а к двум месяцам увеличивается, более чем в десять раз. Молоко свиноматок, богатое питательными веществами, крайне бедно железом, и поросенок за сутки может получить железа в 10-15 раз меньше от потребности в нём. Низкая усвояемость алиментарного железа при нарушениях в работе пищеварительного тракта, а также усиленная потребность в этом микроэлементе при различных патологических состояниях организма, также является дополнительной причиной возникновения анемии.

Ключевые слова: поросята-молочники, железодефицит, профилактика рост и развитие, гематологические показатели

Недостаток витаминов, минеральных элементов и питательных веществ, а также интенсивное функционирование эритроцитов у свиней (63 дня, по сравнению со 120 днями у других животных) является причиной более тяжелого течения болезни. Предрасполагающим фактором к заболеванию поросят анемией является и низкий запас железа, который при рождении составляет всего 50 мг. Поступление железа к плоду в период беременности свиноматок лимитируется плацентарным барьером и составляет всего лишь 2%, от полученного свиноматкой [1,2].

Чаще всего, уже к 7–8-м суткам жизни у поросят наступает дефицит железа, к 10-15 дням у поросят снижается уровень гемоглобина и эритроцитов. Железодефицитная анемия возникает у поросят с хорошей упитанностью, в возрасте от 21 дня. При анемии у поросят-сосунов происходит снижение неспецифической резистентности и иммунной реактивности, что сопровождается возникновением вторичных заболеваний органов пищеварительной и дыхательной систем. Высокая актуальность данной проблемы обусловливает поиск эффективных и безопасных лечебно-профилактических схем коррекции железодефицитных состояний и анемии у поросят [2,3,4].

Несмотря на то что железо относится к группе микроэлементов, т. е. его содержание в организме сравнительно мало, этот химический элемент выполняет ряд жизненно важных функций. Одна из наиболее значимых функций - это участие в процессе дыхания, а именно осуществление газообмена. Около 70 % всего железа организма приходится на гемоглобин. Гемоглобин - это глобулярный белок, содержащийся в эритроцитах крови, он играет значительную роль в процессе газообмена - переносит кислород к тканям организма [5,6,7].

Целью наших исследований являлось - провести сравнительный анализ от применения железосодержащих препаратов «Ферроглюкин-75», «Уросферран-200», «Интрафер-200» и поливитаминного препарата «Тривитамин» и, соответственно - оценить их влияние на некоторые клинические и гематологические и некоторые показатели. В целях решения поставленных задач нами были проведён сравнительный анализ от применения вышеуказанных ветеринарных препаратов. Материалом для изучений являлись помесные поросята-молочники в возрасте от рождения и до их отъёма в двадцати восьмидневном возрасте, а также исследуемые железосодержащие и поливитаминный препараты. Исследования проводились в два этапа, на шести группах поросят-сосунов. На первом этапе, в группах, условно принятых в качестве контрольных, общее количество обработанных железосодержащими препаратами животных составляло 336 голов. На втором этапе исследований, в группах поросят-сосунов, условно принятых в качестве опытных, к исследуемым

антианемическим препаратам дополнительно вводился поливитаминный препарат «Тривитамин» во всех трёх группах. Общее количество обработанных животных в трёх группах составило 338 голов. Ветеринарные препараты вводились в строгом соответствии инструкциям их по применению только клинически здоровым поросятам. Клинические наблюдения за поросятами-сосунами, включающие в себя температуру тела, частота пульса и дыхания, были проведены в 21-дневном возрасте, при определении массы гнезда. Кровь для анализов у поросят, строго соблюдая приёмы асептики и антисептики. Для определения изучаемых гематологических показателей использовались общепринятые методики.

В течении всего времени за поросятами во всех группах был установлен тщательный контроль за их общим состоянием здоровья. На 21-й день жизни, при определении массы каждого гнезда во всех группах, были проведены клинические наблюдения. (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели клинического статуса животных

Показатели	Группы		
	I	II	III
I этап (железосодержащие препараты)			
Температура тела, 0С	38,9±0,4	38,7±0,1	38,8±0,3
Частота пульса, уд./мин.	111,3±2,2	112,2±2,2	11,4±1,9
Частота дыхания, движ./мин.	34,9±1,6	35,2±1,8	35,1±1,4
II этап (железосодержащие + поливитаминный препарат)			
Температура тела, 0С	39,2±0,2	39,1±0,2	39,3±0,3
Частота пульса, уд./мин.	112,1±1,9	111,8±2,1	111,6±2,3
Частота дыхания, движ./мин.	35,2±1,3	35,6±1,6	35,8±1,4

Вне зависимости от обработки поросят различными антианемическими препаратами, а также при их совместном использовании с поливитаминным препаратом «Тривитамин», и на основании полученных результатов клинических наблюдений за поросятами в трёхнедельном возрасте, можно сделать вывод о том, что все они находились в пределах физиологических значений. Следует отметить, что все поросята, подошедшие к моменту отъёма, проявляли достаточную активность, также отмечалась розовая окраска их кожи и хороший аппетит.

Общеизвестно, что кровь является своего рода «зеркалом» обменных процессов, происходящих в организме у животных. В связи с этим, также была предпринята попытка отследить влияние исследуемых железосодержащих и поливитаминного препаратов на некоторые гематологические показатели крови поросят (таблица 2).

Введённые в организм препараты стимулируют эритропоэз за счёт активного включения ионов железа в гемоглобин крови и ферменты органов и тканей, что усиливает резистентность организма. Соответственно, к моменту забора крови у поросят и проведения лабораторного анализа, оказалось, что содержание гемоглобина в крови всех трех групп находилось в верхних границах нормы и составляло в среднем 99,9 г/л на первом этапе исследований.

Содержание общего гемоглобина у поросят в третьей группе составляло 101,2 г/л. Отмечена незначительная тенденция к увеличению данного показателя у поросят второй и третьей групп соответственно. Вероятно, это объясняется тем, что в состав препарата «Интрафер-200» входит также и цианкобаламин, основная биологическая роль которого заключается в регуляции процесса кроветворения. Совместное применение железосодержащих и поливитаминного препаратов на 2-ом этапе исследований показало, что общая тенденция к повышению изучаемых показателей также имела место. Эритроциты крови, будучи наиболее многочисленной группой клеток, содержащих белок гемоглобин, в сыворотке у всех трёх групп животных находились в пределах нормы. При этом было отмечено, что этот, изучаемый показатель крови наиболее низким был в группе животных, обработанных в 3-х дневном возрасте препаратом «Интрафер-200», а наименьший - у поросят, обработанных в то же время препаратом «Ферроглюкин-75». При этом, статистически достоверной разницы между изучаемыми показателями обнаружено не было. С увеличением общего количества эритроцитов в крови увеличивается и число гематокрита (%). Аналогично, как и в случае с общим гемоглобином и эритроцитами число гематокрита был наибольшим в третьей группе, у поросят, обработанных препаратом «Интрафер-200». По нашему мнению, важным фактором увеличения этого

показателя, в том числе, принадлежит и цианкобаламину. Среднее число гематокрита в крови у поросят всех трёх групп составило 41,4 %.

Как следует из данных, представленных в таблице 2, железо, содержащееся в сыворотке крови животных всех групп, находилось в пределах референтных значений, у поросят третьей группы – даже было близко к верхнему значению. Использование всех железосодержащих ветеринарных препаратов, соответственно, также приводило к повышению и этого показателя. Разница между группами, хотя и имела место, но не была существенной и статистически достоверной.

Таблица 2 – Гематологические показатели поросят

Показатели	Норматив	Группы		
		I	II	III
I этап (железосодержащие препараты)				
Гемоглобин, г/л	90-110	98,9±1,15	99,6±1,02	101,2±1,32
Эритроциты, 10^{12}/л	6-7,5	6,93±0,12	6,98±0,18	7,09±0,17
Гематокрит, %	39-43	40,8±0,35	41,2±0,40	42,2±0,52
Железо в сыворотке крови, ммоль/л	29-36	33,2±0,58	34,1±0,62	35,2±0,47
Общий белок, г/л	65-85	69,8±0,92	72,3±0,77	74,2±0,86
II этап (железосодержащие + поливитаминный препарат)				
Гемоглобин, г/л	90-110	100,2±0,99	100,6±1,11	103,2±1,03
Эритроциты, 10^{12}/л	6-7,5	7,09±0,12	7,14±0,18	7,32±0,17
Гематокрит, %	39-43	41,2±0,28	41,7±0,51	42,5±0,62
Железо в сыворотке крови, ммоль/л	29-36	33,8±0,61	34,5±0,49	35,8±0,53
Общий белок, г/л	65-85	70,4±0,88	73,1±0,59	74,7±0,92

Данные лабораторных исследований свидетельствовали о том, что концентрация общего белка в сыворотке крови у поросят во всех трёх группах соответствовала норме. Нами была отмечено увеличение этого показателя во второй группе на 3,5 % и на 6 % в третьей, по сравнению с перовой группой. Можно предположить, что находящийся в составе препарата «Интрафер-200» витамин B_{12}, необходимый организму также и для синтеза нуклеиновых и аминокислот, способствовал усилению белкового обмена в организме поросят третьей группы, что также подтверждается их более высокими приростами живой массы.

На втором этапе проведённых исследований, было установлено, что совместная обработка железосодержащими и поливитаминным препаратами оказала несколько более положительный эффект, чем применение только противоанимических препаратов. Во всех трёх группах было отмечено повышение всех изучаемых показателей, находящихся на близких к максимальным референсных значений. Вероятно, это можно объяснить тем, что обработка поливитаминным препаратом «Тривитамин» поросят в первый день их жизни, с последующей обработкой железосодержащими ветеринарными препаратами улучшало обменные процессы, происходящие в организме поросят, повышало резистентность их организма к заболеваниям и другим негативным воздействиям.

Таблица 3 – Изменения в живой массе поросят, кг

Показатели	Группы		
	I	II	III
I этап (железосодержащие препараты)			
Живая масса поросят при рождении, кг	1,41±0,22	1,42±0,37	1,41±0,41
7 дней, кг	2,38±0,12	2,41±0,18	2,49±0,21
14 дней, кг	3,91±0,21	3,96±0,23	4,11±0,19
21 день, кг	6,86±0,22	6,97±0,16	7,18±0,22
28 дней, кг	8,95±0,83	9,18±0,69	9,29±0,67
Абсолютный прирост, кг	7,54±1,38	7,76±2,09	7,88±1,88
Среднесуточный прирост живой массы, г	269,28±28,21	277,14±23,12	281,42±31,16
Относительный прирост живой массы, %	534,8±5,11	546,5±4,88	558,9±3,94
II этап (железосодержащие + поливитаминный препараты)			
Живая масса поросят при рождении, кг	1,41±0,21	1,42±0,28	1,42±0,11
7 дней, кг	2,41±0,11	2,43±0,17	2,51±0,23
14 дней, кг	3,97±0,16	3,99±0,22	4,18±0,13

21 день, кг	6,89±0,14	6,99±0,21	7,21±0,19
28 дней, кг	9,12±0,74	9,28±0,72	9,37±0,58
Абсолютный прирост, кг	7,71±1,99	7,86±1,89	7,95±1,76
Среднесуточный прирост живой массы, г	275,35±30,11	280,71±28,21	283,92±27,18
Относительный прирост живой массы, %	546,8±3,98	553,52±4,11	559,86±4,24

В процессе проведения первого и второго этапов исследований было оказалось, что средняя живая масса одного поросёнка при рождении составляла в среднем 1,4 кг. В дальнейшем в соответствии с инструкцией по применению, поросятам-молочникам вводятся ветеринарные препараты на первый и третий дни жизни. В каждой из трёх опытных групп проводится взвешивание поросят с последующим анализом полученных результатов. Отмечается необходимость выполнения этой процедуры для определения эффективности применения препаратов.

В первый период проведённых исследований, было установлено, что на фоне идентичных условий содержания и кормления поросят во всех группах отмечалась тенденция к увеличению живой массы поросят-сосунов во второй и третьей группах, получавших железосодержащие препараты «Уросферран-100» и «Интрафер-200». К концу первой недели жизни, у поросят, обработанных в своё время препаратом «Интрафер-200», живая масса, в среднем, превышала живую массу сверстников из второй группы на 80 грамм, а из первой уже на 110 грамм. Такая динамика наблюдалась и в последующие возрастные периоды. При определении массы гнезда в трёхнедельном возрасте, поросята из первой группы, обработанные препаратом «Ферроглюкин-75» уступали по живой массе поросятам из второй и третьей групп в среднем на 3,1 %. Такая-же картина наблюдалась и во втором этапе исследований при совместной обработке поросят наряду с железосодержащими, и ветеринарного препарата «Тривитамин». К концу четвёртой недели жизни поросята-молочники, обработанные препаратами «Интрафер 200» и «Тривитамин» превосходили сверстников – аналогов из второй и первой групп в среднем на 90 и 250 грамм.

Абсолютный прирост живой массы ко времени отъёма поросят, обработанных только железосодержащими препаратами был наибольшим у животных третьей группы и составил почти 8 кг. При совместном использовании антианемических препаратов с поливитаминным, наибольший эффект от их применения также был в третьей группе поросят, которые к моменту отъёма имели живую массу практически равную девяти килограмм. Среднесуточный прирост живой массы является также отражением изменениями в живой массе в возрастной динамике. Наибольший среднесуточный прирост живой массы был отмечен у животных третьей группы – 281,4 и 283,92 грамма в обоих этапах исследований. В среднем по группам, на первом этапе этот показатель составлял 276, а во втором – 280,1 грамм на голову в сутки соответственно. Аналогичные показатели были получены и в отношении относительного прироста живой массы. Устойчивая тенденция увеличения этого показателя отмечалась во всех трёх группах, а также наблюдалась и при совместной обработке железосодержащими препаратами с поливитаминным препаратом «Тривитамин».

В свинарниках-маточниках цеха опороса и выращивания молодняка матки с поросятами содержаться до 28-дневного возраста, то есть времени отъёма поросят. Согласно данных первичного зоотехнического учёта масса гнезда при рождении во всех группах, и в обоих этапах проведения исследования, была примерно одинаковой и составляла в среднем 15,4 и 15,5 кг соответственно, при одинаковом среднем многоплодии в 10,9 поросят в гнёздах (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние обработки ветеринарными препаратами на некоторые хозяйственно-полезные показатели

Показатели	Группы		
	I	II	III
I этап (железосодержащие препараты)			
Количество поросят, гол.	110	112	114
Масса гнезда при рождении, кг	15,3±3,22	15,5±2,91	15,4±1,98
Живая масса поросят в возрасте трёх дней, кг	1,59±0,37	1,60±0,41	1,59±0,41
Масса гнезда в 21 день (молочность маток), кг	71,91±2,12	73,01±2,20	74,86±1,89
Сохранность поросят, %	96	96	97
II этап (железосодержащие + поливитаминный препараты)			
Количество поросят, гол.	114	112	112
Масса гнезда при рождении, кг	15,4±2,28	15,6±3,01	15,5±2,11
Живая масса поросят в возрасте трёх дней, кг	1,60±0,36	1,61±0,29	1,62±0,50
Масса гнезда в 21 день (молочность маток), кг	72,82±1,99	74,12±2,68	75,13±1,46
Сохранность поросят, %	97	97	97

При проведении первого этапа исследований, во время обработки поросят-сосунов исследуемыми железосодержащими ветеринарными препаратами в трехдневном возрасте живая

масса поросят была практически одинаковой и составляла в среднем 1,595 кг. Общая масса гнезда в трёхнедельном возрасте в первой группе поросят составляла 71,9 кг. У аналогов второй группы этот важный хозяйственно-полезный признак был выше на 1,1 кг (1,5 %) а у животных третьей группы, обработанных препаратом «Интрафер-200», выше на 2,9 кг или 4,1 %. Выживаемость поросят в гнездах была практически одинаковой и составила 96 % в первых группах и 97 % в третьей группе, соответственно.

Второй этап проведённых исследований показал, что совместное использование антианемических препаратов с поливитаминным, оказывало несколько более заметное влияние на исследуемые показатели. Так, в частности при практически одинаковой средней живой массе при рождении, начиная, с трёхдневного возраста наблюдалась тенденция к увеличению массы гнезда в трёхнедельном возрасте. При этом поросята, обработанные совместно препаратами «Интрафер-200» и «Тривитамин», превосходили сверстников во второй и первой группах на 1,3 и 3,1 % соответственно. Сохранность поросят во всех трёх группах к моменту отъёма была одинаковой и составляла 97 %.

Анализ проведенных исследований позволил сделать обоснованный вывод о том, что все исследованные ветеринарные препараты обладают высокой эффективностью в сфере профилактики анемии, а также предупреждают гиповитаминозы у поросят-молочников. Для профилактики железодефицитной анемии у поросят в условиях интенсивного производства мяса свинины рекомендуется применять препараты «Ферроглюкин-75», «Уросферран-100», «Интрафер-200» и «Тривитамин» в строгом соответствии с инструкцией, указанной производителем.

Список литературы

1. Андреева, Е. Ю. Применение минерального комплекса на основе нанопорошков железа, цинка и меди для профилактики железодефицитной анемии поросят-сосунов / Е. Ю. Андреева, Т. Н. Родионова, И. В. Леонтьева // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2019. – № 4(44). – С. 40-43.
2. Аржаников, А. В. Применение железосодержащих препаратов в условиях промышленного свиноводства / А. В. Аржаников, Т. И. Лоренгель, А. С. Посполита // Актуальные вопросы ветеринарии: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней факультета ветеринарной медицины ИВМиБ, Омск, 29 июня 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 449-453.
3. Багинов, Б. О. Эффективность препаратов "Униферон-200" и "Урсоферран-200" для профилактики алиментарной анемии поросят / Б. О. Багинов, О. Д. Багинова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2022. – № 3(68). – С. 35-41.
4. Бакирова, А. А. Сравнительный анализ особенностей содержания свиней на глубокой не сменяемой подстилке / А. А. Бакирова, Е. С. Костюкова, К. В. Порошин //. – 2017. – № 4-1(19). – С. 17-19.
5. Белкин, Б.Л. Общие подходы к лечению молодняка свиней при болезнях, протекающих с диарейным и респираторным синдромом / Б.Л. Белкин, Н.А. Малахова // Вестник аграрной науки. - №3(72).-2018.-С.87-91.
6. Давыдова, М.Н. Эффективность использования железосодержащего препарата в кормлении поросят с целью профилактики анемии / М. Н. Давыдова, А. С. Зубкова // Научный журнал молодых ученых. – 2019. – № 3(16). – С. 5-8.
7. Лечение и профилактика алиментарной анемии поросят при дефиците в кормовом рационе железа, кобальта и меди / А. И. Кузнецов, Н. П. Смолякова, М. Я. Гордеева, В. В. Давыденко // АПК России. – 2022. – Т. 29, № 4. – С. 520-524.

УДК 616.017.2:636.2.034

Гилева К.Н.

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары

ВЛИЯНИЕ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД

Аннотация. В статье рассматривается влияние адаптивной технологии содержания с применением иммунотропного препарата на основе полисахаридного комплекса дрожжей Saccharomyces cerevisiae на динамику роста телят черно-пестрой породы в молочный период. Представлены результаты изменения живой массы и среднесуточных приростов, подтверждающие эффективность биостимуляции для повышения интенсивности роста молодняка.

Ключевые слова: телята, адаптивная технология содержания, иммунотропный препарат, полисахариды дрожжей, живая масса, среднесуточный прирост.

Интенсивность роста молодняка крупного рогатого скота в молочный период является одним из ключевых факторов, определяющих будущую молочную продуктивность и воспроизводительные

качества животных [2, 5, 9]. Установлено, что телки, имеющие высокие среднесуточные приросты в первые 6 месяцев жизни, в последующем характеризуются более ранним наступлением половой зрелости, лучшей оплодотворяемостью и более высокой молочной продуктивностью за первую лактацию [1, 4, 7]. По данным исследований [10], увеличение среднесуточного прироста на 100 г в молочный период позволяет сократить возраст первого осеменения на 15-20 дней и повысить удой за лактацию на 8-12%.

Адаптивная технология содержания, основанная на выращивании телят в индивидуальных пластиковых домиках на открытых площадках с первых дней жизни, получила широкое распространение в хозяйствах Чувашской Республики [3, 8]. Данная технология предусматривает содержание телят на открытом воздухе без искусственного обогрева, что способствует активизации механизмов терморегуляции, закаливанию организма и формированию крепкой конституции [3, 6]. Исследованиями установлено, что при адаптивной технологии содержания у телят повышается фагоцитарная активность нейтрофилов, увеличивается содержание лизоцима и бактерицидная активность сыворотки крови [1, 2]. Однако вопрос влияния данного способа содержания непосредственно на ростовые процессы изучен недостаточно полно.

В последние годы активно исследуется возможность применения биологически активных препаратов природного происхождения для стимуляции роста и развития молодняка [7, 8]. Особый интерес представляют полисахаридные комплексы, выделяемые из клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. β-глюканы, входящие в их состав, способны активировать макрофаги и нейтрофилы, что не только повышает резистентность организма, но и опосредованно улучшает метаболические процессы, усвояемость питательных веществ корма [10]. В ряде работ [4, 5, 6] показано, что применение полисахаридных препаратов новорожденным телятам способствует увеличению среднесуточных приростов на 3-5%.

Вместе с тем, вопросы сочетанного влияния адаптивной технологии содержания и парентерального введения дрожжевых полисахаридов на ростовые процессы телят в условиях конкретного региона остаются недостаточно изученными. Отсутствуют четкие рекомендации по применению иммунотропных препаратов для стимуляции роста при выращивании телят в индивидуальных домиках. В связи с этим, изучение эффективности нового отечественного препарата на основе полисахаридов *S. cerevisiae* в рамках адаптивной технологии содержания представляется актуальным и имеющим практическую значимость.

Цель настоящей работы – оценить влияние адаптивной технологии содержания с применением иммунотропного препарата на основе полисахаридного комплекса дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на динамику живой массы и среднесуточные приросты телят черно-пестрой породы в молочный период.

Научно-хозяйственный опыт проведен на базе молочно-товарной фермы АО «Агрофирма «Куснар» Цивильского муниципального округа Чувашской Республики. Объектом исследования служили 20 клинически здоровых телят черно-пестрой голштинизированной породы в возрасте 1–60 суток. Все животные с первых суток жизни содержались в идентичных условиях – в индивидуальных пластиковых домиках на открытой площадке без искусственного обогрева, на глубокой несменяемой подстилке, и получали одинаковый рацион согласно технологии хозяйства.

Методом аналогов были сформированы две группы: контрольная (n=10) – телята не получали дополнительных биологически активных средств, и опытная (n=10) – телятам внутримышечно вводили биопрепарат на основе очищенного полисахаридного комплекса, выделенного из клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, в дозе 5 мл на голову в возрасте 5, 15 и 30 суток.

Индивидуальное взвешивание животных проводили при рождении (в 1 сутки), в 30- и 60-дневном возрасте на электронных весах с точностью до 0,1 кг. На основании полученных данных рассчитывали среднесуточный прирост живой массы за учетные периоды. Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента, различия считали достоверными при $P<0,05$.

В ходе эксперимента установлены существенные различия в динамике роста между контрольной и опытной группами. Данные, характеризующие изменение живой массы и интенсивность приростов телят в условиях адаптивной технологии содержания, представлены в таблице.

Таблица – Динамика живой массы и среднесуточного прироста подопытных телят

Показатель	Возраст, сут.	Контрольная группа	Опытная группа
Живая масса, кг	1	35,0 ± 1,12	35,2 ± 1,10
	30	56,4 ± 1,31	57,2 ± 1,30
	60	78,5 ± 1,53	80,0 ± 1,48

Среднесуточный прирост, г	1-30 30-60	738,2 ± 21,33 736,8 ± 22,12	758,6 ± 21,03* 760,1 ± 21,82*

*P<0,05

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что живая масса телят при рождении в контрольной и опытной группах существенно не различалась (P>0,05) и составляла 35,0±1,12 кг и 35,2±1,10 кг соответственно, что подтверждает корректность подбора аналогов.

За первый месяц жизни (период 1-30 дней) среднесуточный прирост в опытной группе был выше на 20,4 г (2,8%) и составил 758,6±21,03 г против 738,2±21,33 г в контроле (P<0,05). К 30-дневному возрасту живая масса телят опытной группы достигла 57,2±1,30 кг, что на 0,8 кг (1,4%) выше контроля.

Во второй месяц жизни (30-60 дней) среднесуточный прирост в опытной группе составил 760,1±21,82 г, что достоверно выше контроля на 23,3 г (3,2%; P<0,05). В контрольной группе отмечено незначительное снижение интенсивности прироста (с 738,2 до 736,8 г), тогда как в опытной группе наблюдалась тенденция к повышению (с 758,6 до 760,1 г). К 60-му дню живая масса телят опытной группы достигла 80,0±1,48 кг, превысив контроль на 1,5 кг (1,9%).

На рисунке наглядно представлена динамика среднесуточных приростов подопытных телят по периодам выращивания.

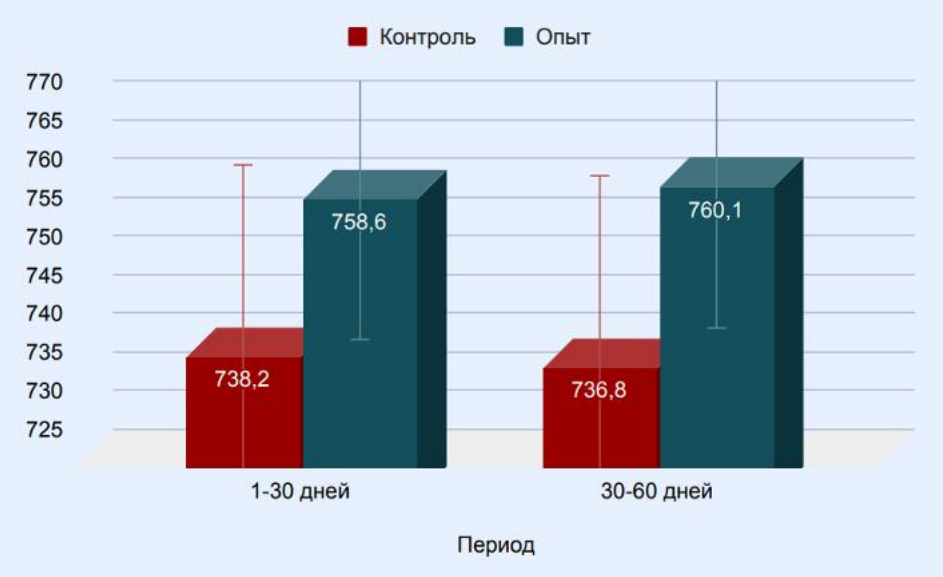


Рисунок – Среднесуточный прирост живой массы телят, г

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что применение иммунотропного препарата на основе полисахаридного комплекса дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в условиях адаптивной технологии содержания оказывает положительное влияние на динамику роста телят черно-пестрой породы в молочный период. Трехкратное внутримышечное введение препарата в дозе 5 мл в возрасте 5, 15 и 30 суток способствует достоверному повышению среднесуточных приростов живой массы: за первый месяц жизни на 2,8% (758,6±21,03 г против 738,2±21,33 г в контроле, P<0,05), за второй месяц – на 3,2% (760,1±21,82 г против 736,8±22,12 г в контроле, P<0,05). К 60-суточному возрасту живая масса телят опытной группы достигла 80,0±1,48 кг, превысив контрольный показатель на 1,5 кг или 1,9%. Полученные данные обосновывают целесообразность включения биологически активных препаратов природного происхождения в систему выращивания телят при адаптивной технологии содержания для повышения интенсивности роста и более полной реализации генетического потенциала продуктивности.

Список литературы

1. Герасимова, Н. И. Воспроизводительные качества коров и продуктивность молодняка при применении биостимуляторов ПС-2 и ПС-8 / Н. И. Герасимова, В. Г. Семенов // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 256-260.

2. Захаровский, Г. В. Иммунокоррекция организма телят в реализации воспроизводительных качеств телок / Г. В. Захаровский, В. Г. Семенов, В. Г. Тюрин [и др.] // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1(32). – С. 83-91.
3. Кляпнев, А. В. Состояние прооксидантно-антиоксидантной системы и неспецифической резистентности у новорожденных телят после применения иммунотропного препарата / А. В. Кляпнев, В. Г. Семенов // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2024. – Т. 13, № 1. – С. 235-240.
4. Лукина, Н. М. Активизация защитно-приспособительных функций организма телят к условиям адаптивной технологии выращивания / Н. М. Лукина, М. Б. Калмагамбетов, С. А. Мусаев [и др.] // Финансово-аналитическое обеспечение научно-технологического развития инновационной экономики : Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: ООО "СЕКВОЙЯ", 2021. – С. 122-131.
5. Никитин, Д. А. Гигиена выращивания телят с применением новых иммуномодуляторов / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2013. – № 1(9). – С. 59-63.
6. Никитин, Д. А. Рост, развитие и неспецифическая резистентность телят при применении новых иммуномодуляторов / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 213. – С. 185-190.
7. Семенов, В. Г. Реализация биологического потенциала телят при разных режимах адаптивной технологии выращивания с применением биостимуляторов / В. Г. Семенов, Д. А. Никитин, Н. С. Петров [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 9(139). – С. 36-40.
8. Семенов, В. Г. Обеспечение здоровья и сохранности телят отечественными биостимуляторами / В. Г. Семенов, Д. А. Никитин, Н. С. Петров, Н. И. Герасимова // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 4(16). – С. 68-70.
9. Семенов, В. Г. Выращивание телят при разных режимах адаптивной технологии с применением отечественных биопрепаратов / В. Г. Семенов, А. Ф. Кузнецов, Д. А. Никитин, В. А. Васильев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2016. – № 4. – С. 139-141.
10. Семенов, В. Г. Иммуностимуляторы в реализации биоресурсного потенциала молочного скота / В. Г. Семенов, В. Г. Тюрин, А. Ф. Кузнецов [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 2. – С. 38-41.

УДК 636.2.034:636.083

Ющенко И.А.
Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары

К ПРОБЛЕМЕ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения динамики живой массы, среднесуточных приростов и гематологических показателей бычков в первые 60 суток жизни при адаптивной технологии содержания. Полученные данные обосновывают целесообразность применения биологически активных веществ природного происхождения для реализации генетического потенциала продуктивности бычков в раннем постнатальном периоде.

Ключевые слова: бычки, адаптивная технология содержания, ранний постнатальный период, живая масса, среднесуточный прирост, гематологические показатели, эритроциты, гемоглобин, полисахаридный комплекс дрожжей.

Одной из важнейших задач современного животноводства является наиболее полная реализация генетического потенциала продуктивности крупного рогатого скота, что во многом определяется успешностью выращивания молодняка в раннем постнатальном периоде [1, 3, 5]. Именно в первые недели и месяцы жизни происходят интенсивный рост и становление основных физиологических систем организма бычков, закладывающие фундамент будущей мясной продуктивности [7, 9, 10]. В этот период животные наиболее чувствительны к воздействию факторов внешней среды, условиям кормления и содержания, что требует особого внимания к технологическим приемам выращивания [2, 4, 8].

В последние десятилетия широкое распространение получила адаптивная технология содержания телят, предусматривающая размещение животных с первых дней жизни в индивидуальных пластиковых домиках на открытых площадках без искусственного обогрева [6, 8, 10]. Данный метод позволяет активизировать естественные защитные механизмы организма бычков, способствует закаливанию и формированию крепкой конституции [1, 4]. Однако воздействие пониженных температур в раннем возрасте создает дополнительную нагрузку на адаптационные

системы молодняка, что может сопровождаться напряжением обменных процессов и временным снижением интенсивности роста [2, 6, 7].

В связи с этим актуальным направлением исследований является поиск средств, позволяющих оптимизировать адаптационные возможности организма бычков без нарушения естественных механизмов закаливания [3, 5]. Особый интерес представляют биологически активные вещества природного происхождения, обладающие мягким корригирующим действием на метаболические процессы и иммунный статус [10]. К числу таких соединений относятся полисахаридные комплексы, выделяемые из клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, которые способны активировать факторы неспецифической защиты и стимулировать рост животных [4].

Цель настоящей работы – изучить динамику роста и гематологических показателей бычков при адаптивной технологии содержания и дать оценку эффективности применения препарата на основе полисахаридного комплекса дрожжей для повышения интенсивности роста бычков в молочный период.

Научно-хозяйственный опыт проведен на базе молочно-товарной фермы АО «Агрофирма «Куснар» Цивильского муниципального округа Чувашской Республики. Объектом исследования служили 20 клинически здоровых бычков черно-пестрой голштинизированной породы. Все животные с первых суток жизни содержались в идентичных условиях – в индивидуальных пластиковых домиках на открытой площадке без искусственного обогрева и получали одинаковый рацион согласно технологии хозяйства. Методом групп-аналогов были сформированы две группы: контрольная (n=10) и опытная (n=10). Бычкам опытной группы внутримышечно вводили препарат на основе очищенного полисахаридного комплекса, выделенного из клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, в дозе 5 мл на голову в возрасте 1, 5 и 15 суток. Животные контрольной группы инъекций не получали.

В ходе исследования учитывали следующие показатели: живую массу путем индивидуального взвешивания при рождении (1 сутки), в 30 и 60 суток и среднесуточный прирост за периоды 1-30, 30-60 и 1-60 суток; гематологические показатели: содержание эритроцитов (×10^{12}/л), гемоглобина (г/л) и лейкоцитов (×10^{9}/л) в крови на 1, 30 и 60 сутки. Кровь для анализа отбирали утром до кормления. Статистическую обработку данных проводили с вычислением критерия достоверности Стьюдента. Разницу считали достоверной при * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

Данные, характеризующие изменение живой массы подопытных животных и интенсивность их роста, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Живая масса и среднесуточный прирост подопытных бычков

Возраст, сут.	Группа	Живая масса, кг	Период, сут.	Среднесуточный прирост, г
1	Контроль Опыт	38,5 ± 0,52 38,4 ± 0,57	– –	– –
30	Контроль Опыт	59,8 ± 0,81 61,7 ± 0,71*	1-30 1-30	734,5 ± 12,42 803,4 ± 11,91**
60	Контроль Опыт	86,4 ± 1,09 91,5 ± 0,95**	30-60 30-60	887,2 ± 10,84 993,3 ± 9,92***

* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001

Анализ полученных данных показывает, что при практически одинаковой живой массе при рождении (38,5 и 38,4 кг соответственно) к 30-му дню жизни бычки опытной группы превосходили контрольных аналогов на 1,9 кг, достигнув 61,7 кг против 59,8 кг в контроле (P<0,05). К 60-суточному возрасту различия увеличились и достигли 5,1 кг, при этом живая масса в опытной группе составила 91,5 кг против 86,4 кг в контрольной группе (P<0,01).

Аналогичная тенденция прослеживается и по интенсивности роста. В первый учетный период (1-30 сут.) среднесуточный прирост в опытной группе составил 803,4 г, что на 9,4% выше, чем в контроле (734,5 г, P<0,01). Во втором периоде (30-60 сут.) различия стали еще более выраженными: прирост в опытной группе достиг 993,3 г, превышая контроль на 11,9% (887,2 г, P<0,001). В среднем за весь период наблюдения (1-60 сут.) бычки опытной группы прирастали по 917,6 г в сутки, что на 11,9% выше, чем в контроле (820,2 г, P<0,001).

Для оценки физиологического состояния и неспецифической резистентности организма нами был проведен анализ морфологического состава крови. Результаты гематологических исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Гематологические показатели подопытных бычков

Возраст, сут.	Группа	Эритроциты, ×10^{12}/л	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, ×10^{9}/л
1	Контрольная	5,32 ± 0,22	102,1 ± 2,23	7,93 ± 0,23

	Опытная	5,76 ± 0,17*	106,2 ± 2,34*	8,38 ± 0,25*
30	Контрольная	6,14 ± 0,23	108,6 ± 2,35	7,78 ± 0,19
	Опытная	6,52 ± 0,19*	112,7 ± 2,20*	8,05 ± 0,27*
60	Контрольная	6,87 ± 0,25	112,1 ± 2,15	7,32 ± 0,22
	Опытная	7,27 ± 0,20*	116,9 ± 2,09*	7,64 ± 0,25*

* – P<0,05

Анализ гематологических показателей выявил ряд закономерностей. У бычков опытной группы на протяжении всего периода исследований отмечалось достоверно более высокое содержание эритроцитов и гемоглобина. Так, в возрасте 60 дней уровень эритроцитов в опытной группе превышал контроль на 0,4×10¹²/л или 5,8%, а гемоглобина – на 4,8 г/л или 4,3%. Это свидетельствует об усилении окислительно-восстановительных процессов в организме и повышении кислородной емкости крови, что напрямую коррелирует с более высокими приростами живой массы. Показатель содержания лейкоцитов также был выше в опытной группе во все возрастные периоды при достоверной разнице P<0,05. К 60-дневному возрасту количество лейкоцитов в обеих группах снижалось, что является физиологической нормой, однако в опытной группе этот показатель оставался на более высоком уровне, обеспечивая надежную иммунную защиту.

Таким образом, применение препарата способствовало не только повышению энергии роста, но и улучшению физиологического статуса бычков. Важно отметить, что более высокая интенсивность роста и улучшенные гематологические показатели животных опытной группы были достигнуты без изменения рациона и условий содержания, что подчеркивает именно стимулирующий эффект применяемого средства, а не следствие улучшения кормления или микроклимата.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что адаптивная технология содержания бычков в индивидуальных домиках на открытых площадках обеспечивает высокую интенсивность роста в раннем постнатальном периоде. В контрольной группе среднесуточный прирост за период с 1-х по 60-е сутки составил 820,2 г, а живая масса к 60-суточному возрасту достигла 86,4 кг. Трехкратное внутримышечное введение препарата на основе полисахаридного комплекса дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в возрасте 1, 5 и 15 суток оказывает достоверное положительное влияние на динамику роста и гематологический статус бычков. Живая масса в 60 суток увеличилась на 5,9% при P<0,01. Среднесуточный прирост в период с 1-х по 30-е сутки повысился на 9,4% при P<0,01, в период с 30-х по 60-е сутки – на 11,9% при P<0,001, в среднем за период с 1-х по 60-е сутки – на 11,9% при P<0,001.

Применение препарата способствует активизации гемопоэза, о чем свидетельствует достоверное повышение уровня эритроцитов на 5,8%, гемоглобина на 4,3% и лейкоцитов на 4,4% в 60-суточном возрасте, что улучшает трофику тканей и повышает естественную резистентность организма.

Полученные данные обосновывают целесообразность применения биологически активных веществ природного происхождения в системе выращивания бычков при адаптивной технологии содержания для повышения интенсивности роста и реализации генетического потенциала продуктивности в раннем постнатальном периоде.

Список литературы

1. Васильев, В. А. Использование биопрепаратов в технологии выращивания, доращивания и откорма бычков / В. А. Васильев, В. Г. Семенов // Молодежь и инновации : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 68-70.
2. Егорова, Е. В. Влияние биопрепаратов на физиологическое состояние и продуктивность бычков голштинской породы / Е. В. Егорова, В. Г. Семенов // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4(35). – С. 100-105.
3. Никитин, Д. А. Гигиена выращивания телят с применением новых иммуномодуляторов / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2013. – № 1(9). – С. 59-63.
4. Никитин, Д. А. Рост, развитие и неспецифическая резистентность телят при применении новых иммуномодуляторов / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 213. – С. 185-190.
5. Семенов, В. Г. Стимуляция адаптивных процессов и биологического потенциала крупного рогатого скота / В. Г. Семенов // Ветеринарная патология. – 2005. – № 1(12). – С. 87-90.
6. Семенов, В. Г. Реализация биоресурсного потенциала черно-пестрого скота биопрепаратами / В. Г. Семенов, Д. А. Никитин, Н. И. Герасимова, В. А. Васильев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1(1). – С. 37-43.
7.Семенов, В. Г. Мясные качества бычков на фоне иммунопрофилактики организма / В. Г. Семенов, Д. А. Никитин, А. В. Лопатников // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 39. – С. 199-204.

8.Семенов, В. Г. Повышение мясной продуктивности бычков новыми отечественными биопрепаратами / В. Г. Семенов, А. Ф. Кузнецов, Д. А. Никитин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 1. – С. 98-101.
9. Семенов, В. Г. Профилактика заболеваемости и обеспечение сохранности бычков / В. Г. Семенов, Е. П. Симурзина, Е. Н. Иванова, А. В. Васильева // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 412-414.
10.Тюрин, В. Г. Использование отечественных биопрепаратов для повышения мясных качеств бычков / В. Г. Тюрин, А. М. Смирнов, В. И. Дорожкин [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 3(27). – С. 88-94.
УДК 619:636.2.053:616-007.1

Капотова Е. Ю., Калюжный И. И.
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ТЕЛЯТ-ГИПОТРОФИКОВ И НОРМОТРОФИКОВ

Аннотация*.* Исследованные телята-нормотрофики продемонстрировали значительно лучшие результаты по всем критериям. Средняя живая масса составила 31,5 ± 0,52 кг, показатели крови были в пределах нормы (эритроциты 9,1 ± 0,38 млн./мкл; лейкоциты 8,5 ± 0,13 тыс./мкл). Жизненно важные рефлексы проявлялись быстро (стояние: 22,7 ± 0,96 мин; сосание: 20,0 ± 1,08 мин). Животные этой опытной группы были отнесены к I и II группе по морфофункциональному развитию. Телята-гипотрофики характеризовалась выраженным дефицитом развития. Живая масса составила 25,2 ± 0,48 кг, показатели крови были на нижней границе референтных значений (эритроциты 5,3 ± 0,21 млн./мкл; лейкоциты 6,1 ± 0,24 тыс./мкл). Время проявления рефлексов было значительно увеличено (стояние: 48,7 ± 3,02 мин; сосание: 45,7 ± 1,48 мин). У всех этих животных была определена III группа морфофункционального развития.

Ключевые слова: антенатальная гипотрофия, нормотрофики, морфофункциональное развитие, живая масса, эритроциты, лейкоциты.

На современном этапе развития агропромышленного комплекса РФ интенсификация молочного скотоводства и использование высокопродуктивного генетического материала предъявляют повышенные требования к жизнеспособности новорожденного молодняка. Однако, несмотря на совершенствование технологий содержания и кормления маточного поголовья, проблема рождения телят с признаками физиологической незрелости не теряет своей остроты. По данным ведущих исследователей, распространенность антенатальной гипотрофии в хозяйствах центральных регионов России достигает 15–25%, являясь основной причиной неонатальной смертности и существенных экономических потерь [1-2, 4-6].

Антенатальная гипотрофия представляет собой сложный патологический синдром, обусловленный нарушением трофических связей в системе «мать–плацента–плод», что приводит к глубокой морфофункциональной ретардации органов и систем. Современные зарубежные концепции «плодного программирования» указывают на то, что метаболический стресс в период гестации вызывает необратимые эпигенетические изменения, которые ограничивают реализацию генетического потенциала продуктивности животных на протяжении всей жизни [1, 8].

Одной из ключевых задач ветеринарной неонатологии является объективизация оценки состояния новорожденных. Традиционные методы диагностики, основанные преимущественно на определении дефицита живой массы, в современных условиях требуют дополнения комплексным анализом морфологического статуса. Сравнительная оценка соматометрических показателей и морфологического профиля крови у телят-нормотрофиков и их сверстников с признаками незрелости позволяет выявить глубину адаптационных нарушений и прогнозировать жизнеспособность молодняка в ранний постнатальный период [5, 7].

На основании вышесказанного поставлена цель: провести сравнительную оценку клинического и морфологического статуса и соматометрических параметров новорожденных телят при физиологической зрелости (нормотрофии) и антенатальной гипотрофии различных степеней тяжести для уточнения диагностических критериев незрелости.

Для её достижения были определены следующие задачи:

1. Провести ранжирование новорожденных телят по группам.
2. Изучить особенности экстерьерного развития и соматометрических показателей (промеров тела) у телят-гипотрофиков в сравнении с нормотрофиками.
3. Проанализировать клеточный состав системы крови у животных в зависимости от их антенатального статуса.

4. Оценить морфофункциональный статус телят по 20-ти больной системе.

Объектом исследования стали 2 группы телят с нормальным уровнем развития (группа 1) и с гипотрофией (группа 2) по 15 голов в каждой. Для оценки экстерьера и степени проявления рефлексов были применены общие клинические методы исследования, количественный состав клеток крови определяли на гематологическом анализаторе. Морфофункциональный статус организма у суточных телят определяли по 20-бальной шкале (систему предложили Лемещенко В. В., Криштофорова Б. В., Саенко Н. В. [3].). Статистическую обработку полученных данных проводили методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016.

В результате клинических и лабораторных исследований, а также выполненных промеров у обоих групп животных были выявлены следующие результаты, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка морфофункционального статуса исследуемых групп телят

Вид исследования	Группа 1	Баллы	Группа 2	Баллы
Живая масса, кг	31,5 ± 0,52	1	25,2 ± 0,48***	0,5
Кожа, волосяной покров	Кожа эластичная; волосяной покров густой, блестящий, длинный	1	Снижена эластичность кожи, волосяной покров густой, средней длины	0,5
Количество резцов, шт.	7,1 ± 0,23	2	2,4 ± 0,27***	1
Время реализации позы стояния, мин	22,7 ± 0,96	2	48,7 ± 3,02***	1
Время проявления рефлекса сосания, мин	20,0 ± 1,08	2	45,7 ± 1,48***	1
Длина последнего ребра, см	4,0 ± 0,20	4	7,2 ± 0,20***	1,5
Длина хвоста, см	4,1 ± 0,30	3	6,9 ± 0,26***	1,5
Количество эритроцитов, млн./мкл	9,1 ± 0,38	1	5,3 ± 0,21***	0
Количество лейкоцитов, тыс./мкл	8,5 ± 0,13	1	6,1 ± 0,24***	0,5
Всего		17		7,5

Примечание: различие достоверно при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой.

Животные-нормотрофики группы 1 демонстрируют лучшие показатели по большинству критериев, имея значительно большую живую массу при рождении 31,5 ± 0,52 кг, более качественный кожный покров и лучшие промеры, большее количество резцов 7,1 ± 0,23 шт. и лучшие гематологические показатели (эритроциты 9,1 ± 0,38 млн./мкл, лейкоциты 8,5 ± 0,13 тыс./мкл). Также у телят данной группы наблюдается более быстрое проявление жизненно важных рефлексов: на реализацию позы стояния было затрачено 22,7 ± 0,96 мин, рефлекс сосания проявился спустя 20,0 ± 1,08 мин.

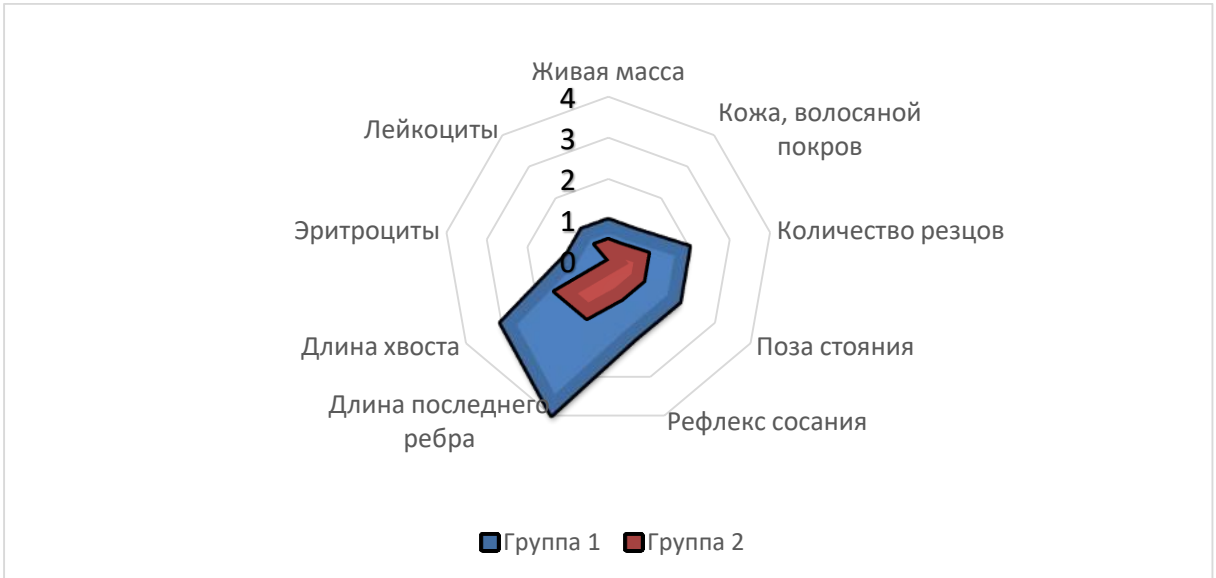


Рисунок 1. Сравнительная характеристика морфофункционального статуса новорожденных телят (в баллах)

В группе 2 у телят-гипотрофиков зарегистрированы дефицит живой массы 25,2 ± 0,48 кг, худшие промеры, в коже снижена эластичность, увеличивается время проявления рефлексов – сосания 45,7 ± 1,48 мин и реализации позы стояния в течение 48,7 ± 3,02 мин. Также на нижней границе референтных значений клеточного состава крови телят находятся уровень эритроцитов 5,3 ± 0,21 млн./мкл и лейкоцитов 6,1 ± 0,24 тыс./мкл. Наглядно различие между изучаемыми группами можно наблюдать на рисунке 1.

Представленная диаграмма наглядно демонстрирует системное отставание в развитии телят Группы 2. Суммарный балл по 20-балльной шкале в этой группе составил всего 7,5 балла, что в 2,3 раза ниже показателей Группы 1 (17 баллов).

В рамках 20-ти бальной системы телят делят на 3 группы по морфофункциональному развитию.

I группа – организм телят оценивается в максимальное количество баллов (20) по данному тесту – таких оказалось 2 телёнка из группы нормотрофиков. Они имеют высокий морфофункциональный статус и такую же жизнеспособность, которая предопределена полной реализацией генетического потенциала пренатального роста и развития. Такие телята быстро адаптируются к условиям внешней среды, у них интенсивно проявляются условные рефлексы на время кормления, обитания, стадности и другие. В настоящее время на ферме в 500 голов коров рождается не больше 7-15% таких телят.

II группа – это телята, которые при оценке морфофункционального статуса организма набирают 10-19 баллов – 13 телят из группы нормотрофиков. У таких телят в период внутриутробного развития, особенно в последние недели плодного этапа, происходит задержка не столько количественных изменений, сколько качественных. В данном случае необходимо провести более широкие исследования морфофункционального статуса их организма по тестам с целью выявления дополнительных показателей нарушения развития в пренатальном периоде онтогенеза.

III группа родившихся телят, морфофункциональный статус организма которых достигает лишь 4-9 баллов, является маложизнеспособными – к этой группе относятся все изученные телята-гипотрофики. Они проявляют значительные признаки пренатального недоразвития. Первое кормление молозивом вызывает неадекватную реакцию органов пищеварения в результате внутриутробной сенсибилизации к белкам материнского организма. Такие телята погибают до конца 1-2 суток или же болеют тяжелой формой диспепсии и также погибают. Нарушения роста и развития (гипотрофия и гипопластия, особенно костных органов, обеспечивающих жизнеспособность) у таких телят возникают на более ранних этапах роста и развития по сравнению с телятами второй группы.

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Телята-нормотрофики (группа 1) обладают значительно лучшим морфофункциональным статусом при рождении по сравнению с телятами-гипотрофиками (группа 2). Живая масса при рождении является ключевым дифференцирующим показателем: в группе 1 она составила 31,5 ± 0,52 кг, что на 6,3 кг больше, чем в группе 2 (25,2 ± 0,48 кг). Скорость проявления жизненно важных рефлексов у телят-гипотрофиков существенно замедлена. Время до реализации позы стояния: 48,7 ± 3,02 мин в группе 2, что более чем в два раза дольше, чем в группе 1 (22,7 ± 0,96 мин). Время проявления рефлекса сосания: 45,7 ± 1,48 мин в группе 2, что также более чем в два раза дольше, чем в группе 1 (20,0 ± 1,08 мин). Помимо количественных показателей, у телят группы 1 отмечены качественные преимущества: лучший кожный покров и промеры, а также большее количество резцов (7,1 шт. против 2,4 шт.).
2. Гематологические показатели в группе 1 значительно выше референтных значений группы 2: уровень эритроцитов: 9,1 ± 0,38 млн./мкл в группе 1 против 5,3 ± 0,21 млн./мкл в группе 2; уровень лейкоцитов: 8,5 ± 0,13 тыс./мкл в группе 1 против 6,1 ± 0,24 тыс./мкл в группе 2.
3. Конкретное сравнение двух опытных групп показало, что Группа 2 характеризуется более низкими показателями морфофункционального статуса, что подтверждается средним итоговым баллом: 17 баллов у Группы 1 против 7,5 баллов у Группы 2.
4. Только телята с максимальным баллом (20) обладают высоким морфофункциональным статусом и способны полностью реализовать заложенный потенциал роста. Они легко адаптируются и быстро формируют условные рефлексы. Однако доля таких животных в стаде невелика (7–15%). У телят со средним баллом (10–19) задержка развития носит скорее качественный, чем количественный характер. Это требует более глубокой диагностики для выявления скрытых патологий пренатального периода. Низкий статус (4–9 баллов) характерен для телят-гипотрофиков. У них наблюдается глубокое поражение органов (особенно костной и пищеварительной систем), вызванное внутриутробным недоразвитием. Такие телята фактически нежизнеспособны и погибают в первые 1–2 суток из-за неадекватной реакции на первое кормление (диспепсии).

Список литературы

1. Алехин Ю. Н. Болезни новорожденных телят: этиология, патогенез, диагностика, профилактика и терапия: справочное пособие / Ю. Н. Алехин // – Воронеж: Истоки, 2022. – С 134.
2. Дронов, В. В. Распространенность и диагностика антенатальной гипотрофии у поросят и телят / В. В. Дронов // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы международной научно-практической конференции. – Белгород, 2024. – С. 45-48.
3. Лемещенко, В. В. Способы определения морфофункционального статуса организма новорожденных животных: методические указания / В. В. Лемещенко, Б. В. Криштофорова, Н. В. Саенко // ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского». – Симферополь, 2020. – С. 31.
4. Паршин, П. А. Ветеринарная неонатология: практическое руководство / П. А. Паршин, Д. А. Саврасов // – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: ВГАУ, 2025. – С. 210.
5. Саврасов, Д. А. Клинико-биохимический статус коров и телят при антенатальной гипотрофии / Д. А. Саврасов // Ветеринария. – 2023. – № 5. – С. 41–45.
6. Шабунин, С. В. Системный подход к решению проблемы сохранности молодняка крупного рогатого скота / С. В. Шабунин, Ю. Н. Алехин, В. И. Беляев // Ветеринария. – 2023. – № 1. – С. 3-9.
7. Fane, R. L. Neonatal survival and management of low birth weight calves / R. L. Fane, M. A. Steele // Journal of Dairy Science. – 2024. – Vol. 107. — № 4. – P. 2105-2118.
8. Reynolds, L. P. Developmental Programming of Fetal Growth and Development / L. P. Reynolds, P. P. Borowicz, J. S. Caton [et al.] // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. — 2019. – Vol. 35, № 2. — P. 229-247.

УДК 619:661.635:615.9

Петров М.С., Асрутдинова Р.А., Хайруллин Д.Д.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ

Аннотация. Цель исследования — оценить влияние солей фосфония, вводимых с питьевой водой в дозе 10 г/л, на гематологические показатели молодняка кур кросса «Ломан Браун» в возрасте 17–45 суток. Установлено, что микроклиматические факторы, качество воды и кормов соответствовали зоогигиеническим нормам. В этих условиях применение трифенилфосфония в течение трех дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят.

Ключевые слова: трифенилфосфоний, ремонтный молодняк кур, состав крови, физиологическое состояние, микроклимат.

Введенние. В условиях растущей интенсификации животноводства возрастает роль профилактических мероприятий и ветеринарно-санитарной защиты сельскохозяйственных животных от болезней [10]. При высокой концентрации птиц на ограниченной территории (комплексы, птицефабрики и т.д.) увеличивается количество возбудителей вирусной и бактериальной природы, их накопление в замкнутом пространстве. Это приводит к понижению физиологической реактивности и естественной резистентности организма, нарушению обмена веществ, снижению продуктивности и сохранности, оказывающих негативное влияние на организм, особенно молодняка птицы [1, 3].

При этом необходимо учитывать, что на сегодняшний день в агропромышленном комплексе страны одной из самых главных и сложных задач является увеличение производства животноводческой продукции. Птицеводству как наиболее скороспелой и высокодоходной отрасли животноводства, обеспечивающей более 30% потребности населения в натуральных продуктах питания животного происхождения, принадлежит большая роль в решении данной задачи [6].

Изыскание высокоэффективных средств, для энтерального применения цыплятам, является актуальным и отвечает запросам не только промышленного, но и фермерского птицеводства Достижение вышеуказанной цели должно стать неотъемлемым звеном в системе зооветеринарных мероприятий при производстве птицеводческой продукции [9].

Конструирование новых эффективных лекарственных средств, обладающих высокой физиологической активностью и минимальной токсичностью, является фундаментальной задачей биомолекулярной, фармацевтической и медицинской химии [2, 4].

Тем не менее, существует необходимость в испытании новых соединений для возможности их длительного применения [11]. Цель исследования — оценить влияние солей фосфония на организм ремонтного молодняка птицы при данных условиях содержания.

Материалы и методы. Эксперимент по определению влияния трифенилфосфония на организм птиц проводили на молодняке кур со средней живой массой 175,25±5,54 грамм обоих полов

при пероральном введении в соответствии с руководствами по определению доклинических исследований лекарственных средств [5, 7, 8].

Для опыта брали три группы по десять 17-дневных цыплят в каждой. Молодняк птицы содержался в специально оборудованных клетках при оптимальных условиях содержания, кормления и поения до достижения 45-дневного срока. Среди них была выделена контрольная группа, которым вводили растворитель соли - дистиллированную воду. Введение самого вещества 1 опытной группе продолжалось в течение 3 дней, а 2 опытной - 5 дней. На протяжения всего срока эксперимента производили измерения температуры, пульса, дыхательных движений, исследования крови подопытных. Трифенилфосфоний измеряли при помощи весов Rexant и растворяли в дистиллированной воде для дальнейшего введения его в желудок при помощи пищеводного зонда с оливой на конце и присоединённого шприца. Об общем действии вещества судили по изменению поведения животных, появлению у них после введения тех или иных признаков, не наблюдавшихся в параллельном контроле после применения плацебо.

У испытуемых каждые семь дней отбирали кровь из подкрыльцовой вены для проведения её морфологического анализа. Гематологические показатели определяли на автоматическом геманализаторе «URIT-3020».

Проводили статистическую обработку полученных данных методом вариационной статистики посредством сравнения средних по критерию t-Стьюдента.

Исследования были проведены при строгом соблюдении всех требований Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных или иных целей».

Результаты исследований. Цыплята содержались в специально оборудованных клетках в помещении вивария на территории Казанского ГАУ института Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Виварий имел подходящие условия микроклимата для содержания цыплят с температурой воздуха 27,1±0,29°С, относительной влажностью 67,2±1,21%, скоростью движения воздуха в помещении 0,6±0,04 м/с. Клетки оснащены системой подачи воды с ниппельными поилками и каплеуловителями, а также кормушками. Рацион состоял из ПК-2: зерновая группа (кукуруза, пшеница), белковые компоненты (шрот, жмыхи, рыбная мука), витаминно-минеральный комплекс, ферменты и аминокислоты. Поение осуществлялось водой из артезианской скважины. Вода удовлетворяет ГОСТ 2874-82. Цыплята содержались на сетчатом полу с мелкими ячейками, под которыми находились поддоны для сбора отходов жизнедеятельности. Отходы жизнедеятельности удалялись вручную каждый день. Поддоны наполнялись опилками для поглощения излишек влаги от отходов.

Таблица 1 – Параметры микроклимата в помещении при выращивании ремонтного молодняка птицы

Возраст, сут	Показатель микроклимата внутри птичника					
	Температура, °С	Концентрация вредных газов, мг/м³			Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		NH_3	CO_2	H_2S		
17-28	32,1±0,29	-	-	-	67,2±1,21	0,4±0,04
29-42	28,9±0,22	-	-	-	69,4±0,98	0,4±0,08
43-45	25,8±0,19	4,3±0,50	-	-	70,5±1,42	0,7±0,05

Из таблицы 1 видно, что на протяжении всего опыта скорость движения воздуха и относительная влажность соответствовали требованиям зоогигиены. При исследовании газового состава установили, что концентрация NH_3 не превышала зоогигиенические параметры для птицеводческих комплексов, а наличие CO_2 и H_2S выявлено не было. Таким образом выращивание цыплят кросса «Ломан Браун» соответствует технологической схеме производства.

Анализ воды дал следующие результаты цветность менее10 градусов, вкус 1 балл, прозрачность 36 см, ощутимый запах отсутствовал, pH равнялся 6, содержание аммиака 0,08±0,009 мг/л, нитритов менее 0,02 мг/л, нитриты отсутствовали. Содержание сульфатов составило 550,4±4,8 мг/л, железа 0,1±0,05мг/л, хлоридов 60,5±2,26 мг/л, БПК 6,2±0,8 мгО/л. Общая жесткость составила 11,5 мг экв/л.

Внешний осмотр цыплят показал, что подопытные как до, так и после введения вещества были клинически здоровы: имели хороший аппетит, умеренную жажду, их суточная активность была свойственна животным контрольной группы, которым вводили дистиллированную воду. Слизистые оболочки ротовой полости у опытных животных имели бледно-розовый цвет, умеренную влажность, сохранили свою целостность. Перьевой покров был сохранён, кожа не имела внешних повреждений. Физиологические показатели, включающие в себя температуру тела птиц, частоту сердечных сокращений в минуту, частоту дыхательных движений в минуту наглядно отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Физиологические показатели цыплят на протяжении опыта, n=10

Группа	Срок исследования	Температура, °С	Частота сердечных сокращений, уд/мин	Частота дыхательных движений в мин
Нормы		40,5–41,5	280–340	35–55
Контрольная	Исходное значение	41,0 ± 0,25	310,3 ± 7,1	45,4 ± 2,5
	На 7 сутки	41,1 ± 0,22	312,7 ± 6,4	46,7 ± 2,3
	На 14 сутки	41,0 ± 0,24	308,2 ± 7,0	44,6 ± 2,6
	На 21 сутки	40,9 ± 0,26	311,6 ± 8,1	45,1 ± 2,4
	На 28 сутки	41,0 ± 0,23	309,1 ± 6,9	45,5 ± 2,2
1 Опытная	Исходное значение	41,0 ± 0,24	310,4 ± 7,2	45,8 ± 2,5
	На 7 сутки	40,7 ± 0,26*	328,6 ± 8,4*	52,2 ± 2,8*
	На 14 сутки	40,8 ± 0,25*	322,5 ± 7,7*	50,4 ± 2,6
	На 21 сутки	40,6 ± 0,27*	330,2 ± 9,3*	53,6 ± 3,0*
	На 28 сутки	40,8 ± 0,24*	325,8 ± 7,6*	51,1 ± 2,7*
2 Опытная	Исходное значение	41,0 ± 0,24	310,2 ± 7,2	45,7 ± 2,5
	На 7 сутки	40,3 ± 0,28*	342,6 ± 10,0*	58,9 ± 3,2*
	На 14 сутки	40,1 ± 0,30*	350,1 ± 11,7*	62,2 ± 3,5*
	На 21 сутки	40,0 ± 0,31*	355,3 ± 12,2*	64,3 ± 3,7*
	На 28 сутки	40,2 ± 0,29*	348,0 ± 10*	61,7 ± 3,4*

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Полученные результаты исследований физиологических показателей цыплят показывают, что при длительном введении трифенилфосфония у второй опытной группы, получавшей соль фосфония в течение 5 дней, наблюдалось незначительное превышение частоты сердечных сокращений в минуту и частоты дыхательных движений в минуту, в сравнении с первой опытной, что можно обосновать различиями в режимах применения соли фосфония.

Таблица 3 – Морфологические показатели крови цыплят при применении трифенилфосфония, n=10

Группы	Сроки исследований	Показатели				
		Эритроциты, 10^12/L	Гемоглобин, g/l	Тромбоциты, 10^9/L	Гематокрит, %	Лейкоциты, 10^9/L
Контрольная	Исходные показатели	3,48±0,03	101,40±0,76	68,99±1,10	28,27±0,34	20,00 ± 0,16
	На 7 сутки	3,37±0,11	100,76±1,95	66,60±1,20	30,79±0,51	19,99 ± 0,12
	На 14 сутки	3,53±0,13	104,14±2,21	68,30±3,12	27,97±1,35	19,99 ± 0,19
	На 21 сутки	3,29±0,12	97,85±2,50	73,40±4,25	31,29±0,25	20,00 ± 0,19
	На 28 сутки	3,61±0,13	104,33±3,02	67,70±6,87	28,92±0,68	20,00 ± 0,20
1 Опытная	Исходные показатели	3,51±0,06	102,27±1,64	68,68±1,18	28,70±0,21	20,01 ± 0,19
	На 7 сутки	3,48±0,15	102,24±2,87	67,32±3,23	29,34±0,43*	20,00 ± 0,12
	На 14 сутки	3,58±0,15	104,04±2,50	72,70±4,68	24,82±0,56*	20,00 ± 0,20
	На 21 сутки	3,43±0,14	100,81±2,93	75,30±5,07	29,90±0,47**	20,00 ± 0,18
	На 28 сутки	3,52±0,12	102,52±2,50	66,20±3,65	26,72±0,71*	20,00 ± 0,21
2 Опытная	Исходные показатели	3,43±0,02	100,20±0,45	70,69±2,05	28,55±0,12	20,02 ± 0,19
	На 7 сутки	3,34±0,14	99,33±2,85	62,10±4,02	32,19±0,41*	20,01 ± 0,17
	На 14 сутки	3,46±0,15	101,97±2,87	63,70±5,46	26,20±0,69	20,00 ± 0,18

	На 21 сутки	3,46±0,16	100,64±3,22	72,30±4,10	32,28±0,40*	20,00 ± 0,17
	На 28 сутки	3,26±0,10*	97,66±1,95	63,10±4,19	30,55±0,91	20,01 ± 0,16

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02.
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Отобранные нами показатели крови, полученные при многократном введении трифенилфосфония в организм цыплят отражены в таблице 3, где представлен обзор морфологических показателей крови и в таблице 4 с разбором лейкоформулы.

Наблюдали некоторое снижение гематокрита (таб. 3) у цыплят 1 опытной группы в сравнении с контрольной, и он составил на 7 сутки 29,34±0,43 (p≤0,05), на 14 сутки 24,82±0,56 (p≤0,05), на 21 сутки 29,90±0,47 (p≤0,02), на 28 сутки 26,72±0,71 % (p≤0,05) с момента введения трифенилфосфония. А у молодняка кур 2 опытной группы зафиксировано его незначительное повышение на 7 сутки до 32,19±0,41 % (p≤0,05), а на 21 сутки до 32,28±0,40 % (p≤0,05) в сравнении с контрольной. Стоит отметить, что все показатели были в пределах референсных значений.

Таблица 4 – Лейкоформула цыплят при применении трифенилфосфония, n=10

Группа	Срок исследования	Показатель				
		Лимфоциты, %	Псевдоэозино-филы, %	Моноциты, %	Эозинофилы, %	Базофилы, %
Конт-рольная	Исходное значение	57,82±0,47	26,59±0,54	6,99±0,29	7,06±0,26	1,54±0,09
	На 7 сутки	57,77±0,35	27,00±0,27	6,77±0,27	6,95±0,30	1,51±0,13
	На 14 сутки	57,12±0,63	27,29±0,60	6,92±0,13	7,11±0,30	1,56±0,20
	На 21 сутки	56,77±0,71	26,60±0,53	7,05±0,35	7,79±0,24	1,78±0,11
	На 28 сутки	57,66±0,71	27,10±0,52	6,17±0,37	7,24±0,30	1,84±0,15
1 Опыт-ная	Исходное значение	57,38±0,61	26,75±0,55	6,93±0,42	7,41±0,30	1,54±0,13
	На 7 сутки	59,12±0,42*	25,90±0,35*	6,55±0,22	6,63±0,18	1,79±0,14
	На 14 сутки	57,66±0,81	26,98±0,41	6,70±0,40	7,30±0,32	1,37±0,09
	На 21 сутки	58,79±0,58*	27,14±0,75	5,84±0,41*	7,12±0,34	1,51±0,12
	На 28 сутки	57,97±0,76	26,36±0,46	6,26±0,44	7,53±0,31	1,88±0,17
2 Опыт-ная	Исходное значение	57,18±0,57	27,18±0,51	7,08±0,45	7,03±0,30	1,53±0,15
	На 7 сутки	58,75±0,47	27,83±0,51	6,08±0,35	5,88±0,38*	1,47±0,11
	На 14 сутки	59,60±0,66**	25,87±0,40*	6,04±0,31**	6,76±0,47	1,74±0,22
	На 21 сутки	59,32±0,63**	26,15±0,48	5,96±0,34*	7,19±0,27	1,43±0,12*
	На 28 сутки	59,64±0,55*	26,19±0,34	5,74±0,27	6,85±0,24	1,59±0,14

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02.
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Полученные результаты исследований лейкоформулы крови подопытных показывают, что на 7, 21 сутки после введения трифенилфосфония в организме птиц первой группы и на 14, 21, 28 сутки у цыплят второй группы происходило повышение уровня лимфоцитов.

Данные, полученные от цыплят, которым вводили трифенилфосфоний в течение 5 дней, свидетельствуют о незначительном снижении эозинофилов на 7 сутки и базофилов на 21 сутки. Содержание моноцитов на 21 сутки у цыплят, получавших 5 дней подряд трифенилфосфоний, было меньше, чем у контрольной группы, но оставалось в пределах референсных значений.

Заключение. Применение трифенилфосфония в течение 3 дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят. Установлено, что микроклиматические факторы, качество воды и кормов соответствовали зоогигиеническим нормам. В этих условиях применение трифенилфосфония в течение трех дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят.

Список литературы

1. Асрутдинова, Р.А. Коррекция естественной резистентности организма телят / Р. А. Асрутдинова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. — 2023. — Т.254. — №2 - С. 11–15.
2. Камалиев, А.Р. Оценка безопасности некоторых полисахаридов /А.Р. Камалиев, М.Г. Сагитова, Р.А. Асрутдинова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. -2014. Т. 217.- № 1. -С. 109-112.
3. Козак, С. С. Актуальность совершенствования метода ускоренного обнаружения сальмонелл в мясе птицы, субпродуктах и полуфабрикатах птичьих / С. С. Козак // Modern Agricultural Technologies – 2024. — УДК 637:07. — С. 250.
4. Маланин Л.П. Ветеринарные препараты: Справочик / Сост.:В 39 Л.П. Маланин А.П. Морозов, А.С. Селивановз; Под ред. А.Д. Третьякова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
5. Миронов, А.Н. Руководство по определения доклинических исследований лекарственных средств / под ред. А.Н. Миронов. – М.: Гриф и К. – 2012. – Ч.1. – 944 с.
6. Насонов, И.В. Эффективность применения кормовой добавки, полученной методами нанобиотехнологий, при выращивании цыплят-бройлеров / И.В. Насонов // Ветеринарный журнал Беларуси. - Витебск, Республика Беларусь. – № 1 (12). – 2020. – С. 60-64.
7. Першин, Г.Н. Методы экспериментальной химиотерапии / Г.Н. Першин. – М.: Медицина, 1971. – С. 171-195.
8. Смирнов, А.М. Научно-методологические аспекты исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных / А.М. Смирнов, В.И. Дорожкин // Рос. акад. с.-х. наук. – Москва. 2008 - 120 с.
9. Смирнова, Н. С. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина / Н. С. Смирнова // Ветеринарная практика. — 2007. — № 1 (36). — С. 27–31.
10. Старовойтова, М.В. Влияние модукокса-вбф на организм ягнят / М.В. Старовойтова // Ветеринарный журнал Беларуси. - Витебск, Республика Беларусь. – № 1 (12). – 2020. – С. 89-95.
11. Хабриев, Р.У. Методические рекомендации оценка аллергизирующих свойств фармакологических средств N 98/300 / Р.У. Хабриев // под общей редакцией доктора мед. наук, профессора А.Г. Рудакова и член-корр. РАМН, профессора В.П. Фисенко. – Москва, 1998. – С. 5, 12.

УДК 636.92

Алексеев К.В., Кульмакова Н.И.
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

СОСТОЯНИЕ КРОЛИКОВОДСТВА В РФ: АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВ ОТРАСЛИ

Аннотация. В статье проанализировано состояние кролиководства в России. Выявлены основные проблемы отрасли: нехватка племенного поголовья, слабая инфраструктура, высокие энерготарифы. Определены ведущие регионы — Центральный и Южный федеральные округа. Рассмотрены перспективы развития, включая рост внутреннего потребления и выход на новые рынки.

Ключевые слова: кролиководство, микробиом, пробиотики, антбиотики, микробиология, ветеринарно-санитарная экспертиза, биобезопасность

Кролиководство — важная отрасль АПК РФ, производящая диетическое мясо с высоким содержанием белка и низкой жирностью. Несмотря на востребованность крольчатины, отрасль сталкивается с проблемами: стрессом и нарушениями пищеварения у животных, сложностями кормления при отъёме молодняка, недостаточной изученностью кормовых добавок, рисками применения антибиотиков и загрязнения кормов [22,26].По состоянию на 2026 год кролиководство в России продолжает развиваться, хотя отрасль сталкивается с рядом вызовов. По данным на 2024 год, общая численность кроликов в стране оценивалась примерно в 7,5 миллиона особей; ожидается, что в 2026 году этот показатель сохранится на высоком уровне, однако точные цифры в открытых источниках пока не опубликованы. В 2024 году спрос на крольчатину достиг около 29 тысяч тонн, при этом прогнозировался рост потребления в период с 2024 по 2026 год со среднегодовыми темпами роста порядка 5 % [23,25].

Основными центрами кролиководства остаются Центральный и Южный федеральные округа, хотя отрасль постепенно распространяется и на другие регионы. В России разводят около 60 пород кроликов; среди наиболее распространённых — новозеландская белая, калифорнийская и шиншилловая, отличающиеся высокой мясной продуктивностью и быстрыми темпами роста. Значительная часть кролиководства приходится на личные подсобные хозяйства (ЛПХ) с высокой долей ручного труда, тогда как промышленный сегмент занимает меньшую долю рынка [22,24,26].

Среди ключевых проблем отрасли можно выделить ограниченный доступ к

высококачественному племенному поголовью, недостаточную инфраструктуру, необходимость совершенствования методов разведения, высокие тарифы на электроэнергию для промышленных предприятий, а также отсутствие федеральных и региональных программ развития, что затрудняет доступ к субсидиям и нормативному регулированию [24].

С 1 сентября 2024 года в России действуют новые ветеринарные правила для содержания, разведения и реализации кроликов, утверждённые Минсельхозом: они регламентируют условия содержания, карантин, профилактические и диагностические мероприятия [23,25]. Эксперты отмечают потенциал роста отрасли за счёт увеличения внутреннего потребления и выхода на новые рынки сбыта; при этом развитие технологий, улучшение ветеринарного обслуживания и селекционной работы способны укрепить позиции российских производителей [22,23,25,26].

В данной статье проведено комплексное изучение состояния кролиководства в Российской Федерации на современном этапе. Рассмотрены ключевые показатели отрасли; включая современные проблемы, встречающиеся на АПК; показатели развития кролиководства; особенности мяса кроликов; затруднения в контексте отъема молодняка; использование препаратов для улучшения биологической безопасности продукции кролиководства.

Развитию кролиководства в Российской Федерации придаётся огромное значение как одному из источников снабжения населения диетическим мясом [1,4].

Кролики характеризуются ранним наступлением половой зрелости, а репродуктивная способн ость самок проявляется в рождении от 6 до 10 особей за один окрол.

Молодняк кроликов демонстрирует интенсивные темпы роста и развития: в возрастной период с 20 по 30 сутки среднесуточный прирост живой массы составляет 30–40 г. [5,8].

Кроличье мясо относится к категории белого диетического мяса. По содержанию белка оно превосходит такие виды мяса, как баранина, говядина, свинина и телятина [3,5]. Благодаря высокому уровню полноценного белка крольчатина способствует повышению биологической полноценности рациона, а относительно низкое содержание жиров позволяет снижать липидную нагрузку на организм [5,6,9,11]. Кроме того, по комплексному содержанию витаминов и минеральных веществ мясо кроликов опережает прочие виды мясной продукции [10,14]. В силу высокой пищевой ценности, лёгкой усвояемости и гипоаллергенных свойств крольчатина широко рекомендуется для включения в рацион различных групп населения: детей, кормящих матерей, лиц пожилого возраста, а также пациентов с заболеваниями печени, желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы [5,9,14].

Организму кролика постоянно требуется энергия для реализации множества жизненно важных функций, включая выполнение механической работы, поддержание температуры тела и обеспечение обменных процессов [14, 12]. Источником необходимой энергии выступают органические вещества, поступающие с кормом: в ходе метаболизма под действием ферментов они расщепляются до простейших соединений, при этом высвобождается энергия [5,7,9] При этом следует отметить, что на сегодняшний день научные исследования значительно подробнее осветили вопросы разведения и содержания кроликов, тогда как проблемы их кормления изучены в меньшей степени.

Особенно слабо исследовано влияние различных кормовых добавок на физиологическое состояние животных и на качественные характеристики получаемого от них мяса [15,18].

На протяжении длительного времени в животноводстве активно применяются стимуляторы продуктивности. Их ключевая функция — содействовать конверсии питательных веществ корма в конечную продукцию, а также оказывать влияние на её качественные характеристики (источники [9,13,14, 18].

В последние годы ветеринарная практика существенно расширила арсенал методов повышения воспроизводительной способности и общей продуктивности животных. В частности, всё более широкое распространение получают комбинированные препараты с высокой биологической активностью. Их применение позволяет целенаправленно воздействовать на физиологические процессы в организме животных, стимулируя репродуктивные функции и увеличивая выход продукции [5, 9,13,14,19].

Усиление производственных процессов в сфере кролиководства влечёт за собой существенное увеличение технологической нагрузки на организм животных, что проявляется в модификации условий их содержания и рациона питания, создавая предпосылки для развития различных нарушений в системе пищеварения кроликов, дисфункций метаболических процессов, а также повышения вероятности возникновения патологий желудочно-кишечного тракта. Одним из критически важных этапов в процессе выращивания молодняка кроликов является период отъёма от крольчих, который сопровождается комплексным стрессовым воздействием на организм животных и характеризуется совокупностью неблагоприятных факторов: прекращением поступления материнского молока, содержащего необходимые иммунопротективные компоненты (антитела), резкой сменой типа питания — переходом с молочного рациона на твёрдые кормовые смеси, а также реорганизацией кишечного микробиоценоза с адаптацией микрофлоры к новым условиям ферментации и переваривания пищи [16].

В период отъёма у молодняка систематически фиксируются следующие негативные явления: снижение среднесуточных показателей прироста живой массы, что свидетельствует о замедлении темпов роста и развития животных; ухудшение показателей конверсии кормовых ресурсов, выражающееся в снижении эффективности усвоения питательных веществ и ведущее к экономическим потерям для хозяйства; повышение уровня смертности (падежа) среди молодняка, обусловленное ослаблением иммунного статуса и нарушениями в функционировании желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, этап отъёма от крольчих представляет собой ключевой критический период, требующий тщательного контроля и корректировки технологических параметров содержания и кормления молодняка, при этом оптимизация условий адаптации животных в данный период является необходимым условием для обеспечения высокой продуктивности кролиководческого хозяйства и минимизации экономических рисков, связанных с потерей поголовья и снижением качества продукции [20].

В современном кролиководстве актуальность безопасности продукции сочетается с необходимостью снижения использования антибиотиков. С одной стороны, ограничение применения антибиотиков потребовало поиска альтернативных решений — в частности, внедрения кормовых добавок функционального назначения, включая пробиотики. Пробиотики играют ключевую роль в обеспечении здоровья кроликов: нормализуют микробиоценоз кишечника, активизируют ферментативные процессы, улучшают обмен веществ, повышают естественную резистентность организма, способствуют росту продуктивных показателей. Кроме того, использование пробиотиков напрямую влияет на качество и безопасность крольчатины и другой продукции кролиководства, снижая риски накопления вредных веществ в организме животных.

С другой стороны, безопасность животноводческой продукции определяется не только практикой применения препаратов, но и уровнем загрязнения окружающей среды экотоксикантами — радионуклидами, токсичными элементами и другими вредными веществами. Эти соединения могут накапливаться в организме кроликов, оказывать мутагенное, эмбриотоксическое, тератогенное и иммунодепрессантное действие, снижать общую безопасность и качество продукции [17,21].

Таким образом, в кролиководстве необходимо комплексно решать две задачи: минимизировать использование антибиотиков, заменяя их пробиотиками и другими безопасными добавками, и контролировать уровень загрязнения кормов и среды обитания кроликов экотоксикантами. Совместное решение этих задач позволит повысить безопасность и качество крольчатины, укрепить здоровье поголовья, обеспечить устойчивое развитие кролиководческих хозяйств.

Кролиководство в РФ — стратегически важная отрасль, обеспечивающая население диетическим мясом. Крольчатина превосходит другие виды мяса по питательной ценности и подходит широкому кругу потребителей, однако развитие отрасли сталкивается с рядом проблем: высокая технологическая нагрузка на животных, приводящая к нарушениям пищеварения и патологиям желудочно-кишечного тракта; сложный период отъёма молодняка, сопровождающийся стрессом, снижением темпов роста и повышенной смертностью; недостаточная изученность влияния кормовых добавок на физиологию животных и качество мяса; риски безопасности продукции, связанные с использованием антибиотиков и загрязнением кормов экотоксикантами.

Для устойчивого развития кролиководческих хозяйств необходим комплексный подход, включающий оптимизацию условий содержания и кормления животных (особенно в критический период отъёма), внедрение функциональных кормовых добавок (в первую очередь пробиотиков) для улучшения микробиома кишечника, активизации ферментативных процессов, повышения естественной резистентности организма и улучшения качества продукции, контроль за экологичностью кормов и среды обитания кроликов, а также углубление научных исследований в сфере кормления и изучения влияния добавок на физиологию животных.

Сочетание современных технологий содержания, кормления и ветеринарной защиты позволит повысить продуктивность кролиководческих хозяйств, улучшить качество и безопасность крольчатины, укрепить здоровье поголовья и обеспечить долгосрочное развитие отрасли.

Список литературы

1. Андреев Я.П. Перспективная отрасль – кролиководство / Я.П. Андреев, П.К. Игнатенко // Животноводство России. – 2007. – № 10. – С. 9-11.
2. Сысоев В.С. Кролиководство / В.С. Сысоев, В.Н. Александров // М.: Агропромиздат. - 1985. – 271 с.
3. Троценко И.В. Продуктивные качества кроликов / И.В. Троценко // Инновационные пути развития животноводства XXI века. Материалы научнопрактической конференции с международным участием. – Омск, 2015. – С. 66-70.
4. Балакирев Н.А. Кролиководство – перспективная отрасль животноводства / Н.А. Балакирев, Ю.А. Калугин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2015. – № 7. - С. 20-23

5. Гончар Д.В. Биологическая оценка продуктивных качеств кроликов при использовании гидролизатов растительного происхождения //Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук -2021.- С. 3.
6. Квартникова Е.Г. Актуальные проблемы кормления клеточных пушных зверей и пути их решения / Е.Г. Квартникова // Достижения науки и техники АПК. – 2012.- № 4 - С. 35-38.
7. Кокорев В.А Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных животных / В.А. Кокорев, А.М. Гурьянов, Ю.Н. Прытков // Зоотехния. - 2004. - № 7. - С. 12-16.
8. Ульихина Л.И. Справочник кроликовода от А до Я / Л.И. Ульяхина. – М.: Аквариум-Принт, 2009. – 256 с.
9. Бочарова П.А. Бачинская В.М. Петрова Ю.В. Применение иммуномодулирующего лекарственного препарата гамавит в кролиководстве и влияение его на показатели качества мяса//весник Рязанского государственного Агротехнического университета им.П.А. Костычева -2020. -С. 5-8
10. Царегородцева Е.В. Диетическая привлекательность крольчатины / Е.В. Царегородцева, Е.В. Бойкова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. - 2011. – № 3. С. 309-311.
11. Доронин А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.П. Шендеров. - М.: ГРАНТЪ, 2002. - 296 с.
12. Камышников В.В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. В. Камышников. - М.: МЕДПресс-информ, 2004. – 60 с.
13. Бочарова П.А. Бачинская В.М. Бачинская Н.А. Влияние кормовых добавок на аминокислотный состав яиц перепелов //Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии-2023.-С. 495-500
14. Бачинская В.М. Дельцов А.А. Гончар Д.В. Применение белковых гидролизатов в кролиководстве и их влияние на показатели качества и безопасности мяса // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии -2021.С.26-29.
15. Пономарев В.Я. Влияние кормовых минераотных добавок на качественные и технологические показетли мяса кролика / В.Я. Понамарев, Э.Ш. Юнусов, Г.О. Ежкова // Весник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17 (20). – С. 213-216.
16. В. Востроилов А.В. Эффективность использования пробиотиков для повышения продуктивности кроликов/ А.В. Востроилов, Е.Е. Курчаева, И.В. Максимов // Весник КрасГау. – 2019. – № 12 (153). – С. 82-87. 187
17. Использование пробиотических добавок в технологии промышленного кролиководства Курчаева Е.Е., Звягин Р.Н., Звягин А.Н., Ларионова Ю.А.
18. Фролов А.В. Влияние некоторых биологически активных кормовых добавок на мясную продуктивность кроликов / А.В. Фролов // Кролиководство и звероводство. - 2009. - № 4. - С. 14-16.
19. Балакирев Н.А. Природные адсорбенты в рационах пушных зверей / Н.А. Балакирев, В.С. Снытко // Зоотехния. - 1995. - № 2. - С. 22-23.
20. Derkanosova N.M. Blood chemistry values and histological features of the gastrointestinal tract in young rabbits when using probiotic agents in feeding diets/ N.M. Derkanosova, E.E. Kurchaeva, A.V. Vostroilov, L.G. Khromova, I.V. Maksimov, E.V. Mikhailov // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. - 2020. - № S10. - p. 201-211.
21. Гусарова М.Л., Баранович Е.С., Волкова Н.И., Челышева О.Н., Зюзин И.Е. Радиоэкологический анализ показателей безопасности животноводческой продукции //№ 4 – 2024.-С 49-57.
22. https://alto-group.ru/otchot/rossija/6646-rynok-zhivyh-krolikov-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2022-2026-gg.html
23. https://marketing.rbc.ru/research/27613/
24. https://sdexpert.ru/news/project/krolikovovdstvo-100-let-v-rossii/
25. https://agrarnayanauka.ru/events/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferencziya-krolikovodstvo-rossii-sovremennoe-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya/
26. https://niipzk.ru/slajder/333-v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-krolikovodstvo-rossii-sovremennoe-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya

УДК 636.2.034

Иванов В.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СРАВНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ С РАЗНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ИНДЕКСА ГРУБОСТИ КОНСТИТУЦИИ ПЕРВОЙ И ПОСЛЕДУЮЩИХ ЛАКТАЦИЙ

Аннотация. В работе дана характеристика групп коров-первотёлок с разными значениями индекса грубости конституции в ПК СХА (к-з) «Искра» Республики Марий Эл. Первотёлки со значением индекса грубости конституции 88 % и более достоверно превосходят остальных по живой массе. Удой у них немного выше, чем у первотёлок третьей группы с индексом до 87 %. Также в исследованиях приводится характеристика коров второй лактации и старше с разными значениями индекса грубости конституции в ПК СХА (к-з) «Искра» Республики Марий Эл. Взрослые коровы со значением индекса грубости конституции 101 и более достоверно превосходят остальных по живой массе, и удой у них немного выше, чем у остальных.

Ключевые слова: коровы, индекс грубости конституции, молочная продуктивность.

Высокая молочная продуктивность коров связана с большим физиологическим напряжением всего организма, поэтому они должны быть хорошо развитыми, иметь крепкую конституцию и здоровье. Между экстерьером и продуктивностью существует определенная связь. По экстерьеру определяют тип конституции, породность животных (внутрипородные типы), индивидуальные особенности телосложения и направление продуктивности (мясная, молочная и т.д.). По экстерьеру можно судить о пригодности животных к промышленной технологии [1].

Экстерьер коров во всей его красоте не может быть описан отдельно взятыми промерами, который рассматривается в изоляции друг от друга. В связи с этим на практике наиболее часто их оценивают в виде отношения между собой или в процентном содержании от какого-либо главного промера, иначе говоря, рассчитывают показатели внешнего вида. Результаты исследования говорят, что высокий удой имеют коровы с высоким экстерьерным индексом типа телосложения [2].

В молочном скотоводстве оценка животных по экстерьеру и конституции является одним из ведущих направлений селекционно-племенной работы, позволяющей при использовании целенаправленного отбора формировать высокопродуктивные стада крупного рогатого скота. О выраженности молочного типа у конкретного животного можно судить не только по результатам его визуального осмотра, но и по индексам: грудному, тазогрудному, сбитости и массивности. В большинстве случаев животные с относительно меньшей величиной этих индексов телосложения отличаются лучшей молочностью. В проведенных исследованиях коэффициент корреляции удоя с грудным индексом, тазогрудным индексом, индексом сбитости и индексом массивности находился в пределах -0,676. -0,452, что указывает на достаточную эффективность отбора по этим индексам телосложения обильно-молочных коров [3].

В промышленных условиях производства молока используют крупный рогатый скот, имеющий выраженные технологические признаки: крепкий тип конституции, экстерьер молочного скота, высокую молочную продуктивность (удой, содержание жира и белка в молоке), пригодность к промышленной технологии (стрессоустойчивость, пригодность к машинному доению), длительный период продуктивного использования. Благодаря селекционной работе с крупным рогатым скотом разных пород достигнуты значительные успехи в формировании желательного экстерьерного и конституционального типов, наиболее приспособленных к промышленным технологиям производства молока [4].

Современное интенсивное молочное скотоводство должно базироваться на разведении животных с крепкой конституцией, гармоничным телосложением, хорошо развитой мускулатурой, длинным и не очень широким туловищем. Голштинизация чернопестрого скота проводилась не только с целью повышения удоя, но и создания животных более молочного типа, не способных к ожирению даже при хорошем кормлении. Хорошо сложенного животного, обладающего правильно развитыми формами, можно считать надежной основой крепости его конституции и здоровья, а также высокой продуктивности. Животные разного направления продуктивности характеризуются различными экстерьерно-конституциональными особенностями. Экстерьер и наружные формы (телосложение животных), а также конституция оказывают большое влияние на продуктивные, а, следовательно, и на племенные качества животных. Основными методами оценки экстерьера животных являются: глазомерная оценка, измерение животных и вычисление индексов телосложения Правильная оценка экстерьера молочного скота дает возможность определить продуктивный и селекционный потенциал как отдельных животных, так и всего стада в целом. Поскольку экстерьер тесно связан с молочной продуктивностью, отбирая животных по экстерьеру, селекционер косвенно отдает предпочтение их продуктивности. Линейная система классификации типа дает достаточно полное описание внешнего вида животного [5].

Нами была составлена сводная зоотехническая таблица, куда были занесены все имеющиеся у нас данные по каждой корове. В последующем весь этот массив информации был структурирован по определённым классам и обработан при помощи формул вариационной статистики. Эта разбивка нами проводилась по индексам грубости конституции, вычисленным учёным по фамилии Кривопушкин из Брянской ГСХА.

Величина живой массы каждой коровы бралась из зоотехнических журналов. Промеры тела мы измеряли сами. Обхват пясти измерялся на одной из передних конечностей коровы мерной лентой в районе линии, проходящей под верхней третей частью пястной кости.

Таблица 1 – Возраст и молочная продуктивность коров-первотёлок разных групп

Показатель	Группа первотёлок по индексу грубости конституции		
	Группа 1 (ИГК более 101 %)	Группа 2 (ИГК 88-100 %)	Группа 3 (ИГК до 87 %)
Средний ИГК	99±2,83	95±2,71	85±3,27
Количество животных, гол	9	17	4
Средняя живая масса, кг	541±5,20**	522±4,93*	496±5,38

Средний обхват пясти, см	18,4±0,18	18,0±0,13	17,4±0,20
Удой за лактацию, кг	6241±104	6138±95	5984±126
Массовая доля жира в молоке, %	3,90±0,02	3,91±0,02	3,90±0,02
Количество молочного жира, кг	243±14,02	240±17,24	233±19,51
Массовая доля белка в молоке, %	3,14±0,01	3,13±0,01	3,13±0,01
Количество молочного белка, %	196±10,27	192±9,44	187±12,32
Коэффициент молочности, кг	1153±91	1176±82	1206±103

* - P < 0,05; ** - P < 0,01.

Сам индекс грубости конституции рассчитывался по предложенной автором формуле. Чтобы найти этот индекс нужно живую массу (в килограммах) умножить на обхват пясти (в сантиметрах) и полученное произведение разделить на 100. Всех исследуемых таким образом коров делят условно на три группы. Первая группа – это, по словам автора, коровы грубого типа конституции. Вторая группа – это коровы, отнесённые к крепкому типу конституции. К третьей группе относят животных, относящихся к «нежному» типу конституции. Сначала вычисляется ИГК по исследуемому поголовью. Потом от этого числа разводятся границы в пределах ± среднее квадратическое отклонение. Это будет средний класс – крепкий тип. Всё, что больше – это грубый тип, а всё, что меньше – нежный.

Мы провели исследования на первотёлках и на коровах второй лактации и старше. Первотёлок взяли 30 голов. Среднее значение ИГК получилось 94, а сигма была равна 6. Коров более старшего возраста мы взяли 50 голов. Среднее значение ИГК было равно 110, а сигма имела значение 9.

Далее показана разбивка коров первотёлок на типы конституции и продуктивность этих типов (табл. 1).

Средний ИГК по первотёлкам нашей выборочной группы равнялся 94. По первой группе, условно отнесённой к грубому типу конституции, ИГК составил 99 %, по группе с крепкой конституцией средние значения этого показателя находились в районе 95 %, а в группе первотёлок «нежного» типа конституции ИГК был равен в среднем 85 %. Наиболее многочисленной оказалась вторая группа. В неё вошло 17 голов первотёлок из 30. В первой группе средняя живая масса скота получилась наибольшей (541 кг), вес животных второй группы был в среднем на 19 кг меньше, а масса первотёлок третьей группы была ещё меньше, чем второй на 26 кг. Обхват пясти у животных грубой конституции в среднем равнялся 18,4 см, а у животных третьей группы он был на 1 см меньше. Первотёлки второй группы заняли промежуточное положение. Удой имеет тенденцию на увеличение от третьей группы к первой, но достоверной разницы здесь не выявлено. Содержание жира в молоке в группах почти одинаковое (3,9 %). Количество молочного жира немного увеличивается от третьей группы к первой за счёт небольшой разницы в удоях первотёлок. Ситуация с белковомолочностью такая же. Содержание белка в молоке первотёлок почти одинаковое. У первой группы оно получилось на 0,01 % больше, но это тоже недостоверно. Итоговая белковомолочность за лактацию по первой группе у первотёлок «грубого» типа немного выше. Коэффициент молочности получился ненамного больше у первотёлок «нежного» типа за счёт их меньшей живой массы.

В целом достоверных различий здесь выявлено не было, но есть тенденция превосходства первотёлок первой группы по живой массе и удою.

Для исследования коров стада при разбивке их на группы по индексу грубости конституции мы взяли коров в возрасте начиная со второй лактации и старше. Если бы мы взяли первотёлок, то почти все они оказались бы в третьей группе (табл. 2).

Таблица 2 – Возраст и молочная продуктивность коров разных групп второй лактации и старше

Показатель	Группа коров по индексу грубости конституции		
	Группа 1 (ИГК более 120 %)	Группа 2 (ИГК 101-119 %)	Группа 3 (ИГК до 100 %)
Средний ИГК	122±2,42	113±2,68	98±2,07
Количество животных, гол	14	26	10
Возраст (в отёлах)	2,9±0,58	2,6±0,36	2,1±0,30
Средняя живая масса, кг	610±7,87**	582±6,51*	549±8,98
Средний обхват пясти, см	20,1±0,73	19,4±0,53	18,1±0,76
Удой за лактацию, кг	7862±123***	7328±104**	6483±117
Массовая доля жира в молоке, %	3,93±0,02	3,93±0,02	3,93±0,02
Количество молочного жира, кг	309±24,80	288±20,57	255±27,09
Массовая доля белка в молоке, %	3,14±0,01	3,14±0,01	3,14±0,01

Количество молочного белка, %	247±9,51	230±8,24	204±11,50
Коэффициент молочности, кг	1289±85	1259±73	1181±92

* - P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001.

Индекс ГК распределился следующим образом. Среднее значение индекса по выборке коров составило 110 %. Значение среднего квадратического отклонения по нему равнялось 9. После разбивки 50 коров на три группы по типам конституции средний индекс ГК в первой группе был равен 122 % (14 голов), во второй группе – 113 % (26 голов) и в третьей группе 98 % (10 голов). Так получилось, что индекс ГК показал тесную связь с возрастом животных. Чем старше животное, чем, как правило, больше у него значение индекса ГК. В первой группе коров «грубого» типа средний возраст составил 2,8 отёла, у коров «крепкого» типа он был равен 2,6 отёла, а у коров «нежного» типа его значения составили 2,1 отёла. Средняя живая масса, соответственно, достоверно увеличивается 549 кг до 610 кг. Обхват пясти у коров «нежного» типа равен 18,1 см, а у коров «крепкого» и «грубого» типов он увеличивается на 1,2 и на 2 см относительно «нежного» типа. Удой за лактацию самый низкий был у коров «нежного» типа. У коров «крепкого» типа он достоверно повышается на 845 кг, а у коров «грубого» типа – на 1379 кг. Массовая доля жира и белка в молоке коров исследуемых групп не изменяется. Количество молочного жира и молочного белка за лактацию меньше всех у коров третьей группы, а больше всех – у коров первой группы. Коэффициент молочности самый низкий был также у коров третьей группы (1181 кг), а максимальный – у коров «грубого» типа (1289 кг).

Таким образом, значения индекса грубости конституции были выше у коров более взрослых, так как их живая масса и обхват пясти больше среднего по стаду. Соответственно, удой у них был также выше.

Предлагаемый индекс грубости конституции, по нашему мнению, мало пригоден для использования на всё стадо коров, так как группы сами строятся по возрасту. Соответственно, и продуктивность коров заметно различается. Индекс ГК возможно применять на животных – ровесниках, и то в качестве дополнительного критерия, так как его формула берёт во внимание только живую массу животных и обхват пясти.

Научный руководитель - Михалёв Е.В., канд. с.-х. н., доцент

Список литературы

1. Влияние признаков экстерьера на продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров / Т. А. Кадиева, А. Т. Кокоева, Р. Б. Хадаева, Д. Г. Алдатова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий : Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ, Владикавказ, 29–30 ноября 2018 года. Том 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2018. – С. 130-134.

2. Инновационный метод прогнозирования продуктивности молочных коров / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина, М. М. Шайдуллина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(66). – С. 4-11.

3. Продуктивные и экстерьерные особенности голштинского и голштинизированного скота / Т. Т. Тарчоков, З. М. Айсанов, Р. З. Абдулхаликов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(73). – С. 117-123.

4. Васильева, О. К. Модельный тип молочной коровы при разных технологиях производства молока / О. К. Васильева, С. Л. Сафронов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 52. – С. 89-96.

5. Басонов, О. А. Экстерьерно-конституциональные особенности коров разных генотипов / О. А. Басонов, А. В. Клипова, И. А. Елфимова // Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Актуальные проблемы животноводства : Материалы международной научно-практической конференции, в честь 5-летия Центра Российско-Белорусского сотрудничества, дополнительного образования, содействия трудоустройству обучающихся, Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО «Нижегородская ГСХА», 2020. – С. 190-196.

УДК 636.082

Ильинова А.А., Пирогова И.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Аннотация. В ходе исследований установлено, что отцы первотелок принадлежат преимущественно высокоценным линиям Вис Бек Айдиал и Рефлекшн Соверинг, чьи материнские предки демонстрируют выдающуюся продуктивность: удои от 11219 до 23365 кг, жирность молока 3,1–5,2% и белковость 2,8–3,8%. Бабушки по материнской линии также подтверждают высокий генетический потенциал с удоями 10980–20671 кг, жирностью до 5,6% и белковостью до 4%. Расчет родительского индекса быков (РИБ) выявил их высокий генетический потенциал и высокую племенную ценность: по удою 11391–20414 кг (лидеры — Фридом 3011001279, Биконейтр 11087870), по жирности 3,47–4,63% (Хел 3013614185, Элапс 12021596), по белку 2,87–3,8% (Альта Лотто 3129128755, Уотфорд 3203845447). Эти показатели подчеркивают влияние женских предков на качество производителей и обосновывают их использование для улучшения маточного поголовья в молочном скотоводстве. Полученные данные позволяют рекомендовать данных быков для селекционной работы с целью повышения продуктивности стада.

Ключевые слова: генетический потенциал, молочный скот, быки-производители.

Современные реалии ставят перед отечественным сельским хозяйством глобальные задачи, направленные на развитие отраслей опережающими темпами. Молочное скотоводство является одной из основных сельского хозяйства России. Согласно основным трендам развития отрасли, молочное скотоводство должно обеспечить растущую потребность населения в качественных молочных продуктах. Повышение эффективности молочного скотоводства осуществляется совершенствованием животных, направленным на улучшение племенных качеств, увеличение продуктивности [1,2]. Наследственность родителей во многом определяет перечисленные качества. Однако, следует отметить, что производители, обладая более высокой степенью препотентности по сравнению с матками, оказывают большее влияние на молочную своих дочерей. В связи с этим изучение вопроса о проявлении генетических возможностей быков-производителей в конкретных условиях среды является актуальным. Для ведения эффективной селекционной работы в молочном скотоводстве важным является использование производителей с высоким потенциалом наследственности, стойко передающим его потомству [3-5]. Но на проявление наследственных качеств влияют условия эксплуатации животных, в связи с чем оценка генетических возможностей в конкретных хозяйственных условиях является актуальной.

Исследования, целью которых была оценка генетического потенциала быков-производителей проведены в ЗАО Племзавод «Семеновский» Медведевского района Республики Марий Эл.

Объектом исследований являлся голштинский скот, дочери 34 быков-производителей и быки-производители.Материалом для исследований послужили документы первичного и племенного зоотехнического учета, данные Американской ассоциации голштинского скота по генетической оценке быков.

Генетический потенциал быков по молочной продуктивности определяли по родительскому индексу быка (РИБ):

$$\text{РИБ} = \frac{2\text{М} + \text{ММ}}{3},$$

где: М – продуктивность матери быка;
ММ – продуктивность матери – матери быка.

В ЗАО ПЗ «Семеновский» разводят голштинскую породу крупного рогатого скота. По данным бонитировки на 1 января 2025 года в хозяйстве было 8220 голов. Большую часть стада составляют коровы – 4800 голов, или 58,4% от общего поголовья. В структуре стада нетели составляют 22%, а телки всех возрастов – 17,8%. Всё стадо данного хозяйства чистопородное, имеет комплексный класс элита-рекорд.

Оценка животных по происхождению – давно устоявшаяся практика в племенной работе. Генетическая информация, передаваемая от родителей, определяет потенциал развития у особей. Именно поэтому оценка животных по происхождению имеет важное значение в племенной работе. В каждом организме закладываются особенности, имеющиеся в предшествующих поколениях. Генетическая информация родителей позволяет определить их потомков – какие именно качества и характеристики животных преобладают в их геномах. Для обеспечения эффективной племенной работы необходимо оценивать животных по их происхождению и знать, какие гены они могут передать своим потомкам. Полученные данные помогают определить, каких животных целесообразно скрещивать для получения желаемого потомства. Точность оценки животных по их происхождению имеет решающее значение для достижения успехов в племенной работе. Практика использования

генетической информации родителей для определения характеристик потомков помогает повысить качество и продуктивность племенных животных в целом.

Как показали исследования отцами первотелок являются 34 быка-производителя, из них 15 голов принадлежали линии Вис Бек Айдиал и 19 голов – линии Рефлекшн Соверинг.

Отцы коров-первотелок были получены от высокопродуктивных предков (таблица 1). Удой матерей быков находился в пределах 11219-23365 кг. Самой высокоудойной среди матерей оказалась мать быка Фридома 3011001279 - корова по кличке S-S-I Mano Flower 7139. От нее за 365 дней третьей лактации надоили 23365 кг молока жирностью 4,1%, и содержанием белка – 3%.

Массовая доля жира в молоке материнских предков колебалась от 3,1% до 5,2%. Наиболее высокой жирностью отличалось молоко у коровы Cookiecutter Mom Halo – матери быка Хела 3013614185. Белковомолочность материнских предков была 2,8-3,8%. Самый высокий процент белка в молоке был установлен у матери быка Альта Лотто 3129128755 – коровы по кличке Mapel Wood Mccutchen Loyality VG-87. Бабушки быков с материнской стороны родословной также оказали свое влияние на племенную ценность производителей. Их удои хоть и были несколько ниже по сравнению с дочерьми, но все равно отличались высокими значениями – 10980-20671 кг. Отмечено, что наиболее продуктивной была мать матери быка Биконейтр 11087870 - Gillette S Planet Snooze VG-86.

Жирность молока у бабушек по материнской линии исследуемых быков составила 2,9-5,6%. Самой высокой жирностью молока обладала бабушка быка Аркана 3138767026 – корова Co-Op Aardema Josu 20525-ET.

Таблица 1 – Происхождение быков-производителей

Кличка и номер быка	Мать			Мать матери		
	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Дейфи 3125645155	13458	4,60	3,60	14370	3,50	3,20
Донателло 3006989495	15527	3,50	3,10	12655	3,40	3,10
Боб 70192740	16503	4,40	3,40	16263	3,80	3,20
Кеннеди 3132117165	14437	4,10	3,20	15560	3,50	3,00
Гамблер 3010356202	11325	3,30	3,00	15080	3,90	3,10
Оксворд 3132826286	12120	4,10	3,10	17191	3,70	3,20
Хел 3013614185	16003	5,20	3,50	18475	3,50	2,90
Элапс 12021596	11662	4,20	3,30	13421	5,50	3,80
Суперспринг 3133106354	14456	4,10	3,20	15581	3,50	3,00
АльтаАльфа 70346650	16221	3,70	2,90	16647	3,20	2,90
Крабтри 70626088	16094	4,00	2,80	11493	4,00	3,00
Шандро 70666276	18865	3,10	2,90	17200	4,80	3,20
Мастер 72596689	12882	3,80	3,00	12642	3,30	3,20
Аркана 3138767026	12176	3,90	2,99	11916	5,60	3,60
Акселодин 3130641794	12696	4,60	3,60	11734	4,25	2,93
Биконейтр 11087870	18807	3,70	3,10	20671	4,10	2,70
Сценарий 3014561961	12751	4,30	3,50	17749	3,30	2,80
Пинг понг 3123885825	11219	4,20	3,00	11735	4,30	3,30
Найтлаф 3126775449	15123	3,90	3,20	15323	3,30	3,10
Альта Олин 136665906	12383	4,40	3,40	17495	4,10	3,30
Лопез 3127601762	16448	4,00	3,30	15758	4,30	3,10
Альта Лотто 3129128755	15032	4,10	3,80	15032	4,10	3,80
Ходедо 3130915863	12850	4,10	3,40	16003	5,20	3,50
Альта Нитро 3132991976	11309	4,08	3,00	15073	4,20	3,60
Фирворк 3144934446	11899	3,66	2,87	12465	4,90	3,60
Уотфорд 3203845447	12719	4,30	3,60	12129	5,00	4,00
Сократ 107535517	11814	3,87	2,89	10980	4,70	3,40
Джей Би 3010354030	14148	3,70	3,10	16674	4,80	3,50
Альта Дасон 3010354397	13957	3,90	3,30	13018	3,70	3,30
Фридом 3011001279	23365	4,10	3,00	14511	3,60	3,00
Мэдден 3123606833	15817	4,50	3,60	11816	4,01	2,96
Хаммертайм 3131083966	19895	4,00	3,20	16003	5,20	3,50
Альта Багги 3138498807	11986	3,94	2,98	15032	4,10	3,80
Альта Белдинг 3142181185	11953	4,00	3,02	11036	4,30	3,50

Содержание белка в молоке у матерей матерей быков находилось в пределах 2,7-4%. Наиболее высоким содержание белка в молоке было у бабушки по материнской линии быка Уотфорда 3203845447.

Высокая племенная ценность материнских предков оказала влияние на родительский индекс быка (таблица 2). Данный показатель позволяет определить племенную ценность производителя по продуктивности женских предков.

Таблица 2 – Родительский индекс быков-производителей

Кличка и номер быка	РИБ по		
	удою, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Дейфи 3125645155	13762	4,23	3,47
Донателло 3006989495	14570	3,47	3,10
Боб 70192740	16423	4,20	3,33
Кеннеди 3132117165	14811	3,90	3,13
Гамблер 3010356202	12577	3,50	3,03
Оксворд 3132826286	13810	3,97	3,13
Хел 3013614185	16827	4,63	3,30
Элапс 12021596	12248	4,63	3,47
Суперспринг 3133106354	14831	3,90	3,13
АльтаАльфа 70346650	16363	3,53	2,90
Крабтри 70626088	14560	4,00	2,87
Шандро 70666276	18310	3,67	3,00
Мастер 72596689	12802	3,63	3,07
Аркана 3138767026	12089	4,47	3,19
Акселодин 3130641794	12375	4,48	3,38
Биконейтр 11087870	19428	3,83	2,97
Сценарий 3014561961	14417	3,97	3,27
Пинг понг 3123885825	11391	4,23	3,10
Найтлаф 3126775449	15190	3,70	3,17
Альта Олин 136665906	14087	4,30	3,37
Лопез 3127601762	16218	4,10	3,23
Альта Лотто 3129128755	15032	4,10	3,80
Ходедо 3130915863	13901	4,47	3,43
Альта Нитро 3132991976	12564	4,12	3,20
Фирворк 3144934446	12088	4,07	3,11
Уотфорд 3203845447	12522	4,53	3,73
Сократ 107535517	11536	4,15	3,06
Джей Би 3010354030	14990	4,07	3,23
Альта Дасон 3010354397	13644	3,83	3,30
Фридом 3011001279	20414	3,93	3,00
Мэдден 3123606833	14483	4,34	3,39
Хаммертайм 3131083966	18598	4,40	3,30
Альта Багги 3138498807	13001	3,99	3,25
Альта Белдинг 3142181185	11647	4,10	3,18

Расчет родительского индекса быков показал, что производители, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья в хозяйстве отличаются высокой племенной ценностью, которая по удою составила 11391-20414 кг, массовой доле жира – 3,47-4,63%, массовой доле белка – 2,87-3,8%. Наиболее высокой племенной ценностью по удою обладал бык Фридом 3011001279 (РИБ=20414 кг), кроме него высокие показатели РИБ имели производители: Биконейтр 11087870 (РИБ=19428кг), Хаммертайм 3131083966 (РИБ=18598 кг), Шандро 70666276 (РИБ=18310 кг). Высокая племенная ценность по массовой доле жира выявлена у быков: Хел 3013614185 и Элапс 12021596 (РИБ=4,63%), Уотфорд 3203845447 (РИБ=4,53%). Наиболее высокими показателями родительского индекса по массовой доле белка, а значит и племенной ценностью, характеризовались производители: Альта Лотто 3129128755 (РИБ=3,8%) и Уотфорд 3203845447 (РИБ=3,73%).

Таким образом, в результате исследований установлено, что отцы первотелок принадлежат преимущественно высокоценным линиям Вис Бек Айдиал и Рефлекшн Соверинг, чьи материнские предки демонстрируют выдающуюся продуктивность: удои от 11219 до 23365 кг, жирность молока 3,1–5,2% и белковость 2,8–3,8%. Бабушки по материнской линии также подтверждают высокий генетический потенциал с удоями 10980–20671 кг, жирностью до 5,6% и белковостью до 4%.

Расчет родительского индекса быков (РИБ) выявил их высокий генетический потенциал и племенную ценность: по удою 11391–20414 кг (лидеры — Фридом 3011001279, Биконейтр 11087870), по жирности 3,47–4,63% (Хел 3013614185, Элапс 12021596), по белку 2,87–3,8% (Альта Лотто

3129128755, Уотфорд 3203845447). Эти показатели подчеркивают влияние женских предков на качество производителей и обосновывают их использование для улучшения маточного поголовья в молочном скотоводстве. Полученные данные позволяют рекомендовать данных быков для селекционной работы с целью повышения продуктивности стада.

Научный руководитель - Холодова Л.В., канд. биол. наук, доц.

Список литературы

1.Михалев, Е.В. Сравнение молочной продуктивности коров – первотёлок разных линий // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии, Брянск, 15–16 апреля 2021 года. Том Часть 2. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 260-264.
2. Михалев, Е.В. Характеристика основных показателей молочной продуктивности коров разного происхождения по первой лактации // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 25 января 2022 года. Том Часть 1. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 361-364.
3.Холодова, Л.В. Влияние генотипа на продуктивные качества голштинских коров / Л. В. Холодова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. – С. 540-543.
4.Холодова, Л.В. Влияние материнской наследственности на племенные качества быков / Л.В. Холодова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. – С. 543-547.
5.Холодова, Л.В. Влияние интенсивности роста телок на их последующую продуктивность / Л. В. Холодова, Е.В. Михалев, А.Л. Роженцов // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : Сборник трудов IV международной научно-практической конференции, Брянск, 27–28 марта 2025 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2025. – С. 184-188.

УДК 636.082

Ильинова А.А., Пирогова И.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В ЗАО ПЛЕМЗАВОД «СЕМЕНОВСКИЙ»

Аннотация. В ходе проведенных исследований в ЗАО Племзавод «Семеновский» установлено, что дочери голштинских быков-производителей демонстрируют значительный генетический потенциал по молочной продуктивности. Наиболее ценными по удоям за 305 дней первой лактации (свыше 9000 кг) оказались потомки быков Крабтри (9607 кг), Хаммертайм (9710 кг) и Пинг понг (9604 кг), которые также лидируют по содержанию жира (до 373 кг) и белка (до 312 кг) в молоке. Метод оценки «Дочери-Сверстницы» подтвердил высокую племенную ценность 8 быков (23,5%) как улучшителей по удою (категории А1 и А2), среди которых Крабтри и Элапс выделяются по комплексу признаков, включая массовую долю жира и белка. Полученные данные свидетельствуют о однородности групп потомков (коэффициент вариации 7,4–21,2%) и подчеркивают необходимость широкого применения элитных производителей в селекционной работе.

Ключевые слова: быки-производители, потомство, молочный скот

Современное молочное животноводство ориентировано на интенсивное развитие продуктивности, где голштинская порода занимает лидирующие позиции благодаря генетическому потенциалу удоев свыше 10 000 кг за лактацию. В России средний удой на корову в 2025 г. составил около 6800–7000 кг (Росстат, по данным Минсельхоза), что значительно ниже мировых показателей (США – 11 200 кг, голштинские стада – 9834–10335 кг за 305 дней). Это подчеркивает необходимость усиления селекционной работы с импортными быками-производителями методом оценки по качеству потомства и «дочери-сверстницы».

В ЗАО Племзавод «Семеновский» Медведевского района Республики Марий Эл для осеменения маточного поголовья молочного скота активно используется биопродукция быков голштинской породы, импортированная из США и Канады. Однако эффективность ее применения требует верификации на локальных условиях кормления и содержания.

Исследования, целью которых была оценка генетического потенциала быков-производителей проведены в ЗАО Племзавод «Семеновский» Медведевского района Республики Марий Эл.

Объектом исследований являлся голштинский скот, дочери 34 быков-производителей и быки-производители.Материалом для исследований послужили документы первичного и племенного зоотехнического учета, данные Американской ассоциации голштинского скота по генетической оценке быков.

Оценка по качеству потомства – это зоотехнический метод определения племенной ценности животного по развитию хозяйственно полезных, морфологических и физиологических свойств его потомков.

Как показали исследования, удой за 305 дней 1 лактации у дочерей 16 исследуемых быков-производителей был выше 9000 кг. Самой высокой продуктивностью обладали первотелки, полученные от быков: Хаммертайма – 9710 кг, Крабтри – 9607 кг и Пинг понга – 9604 кг. Следует отметить, что средний удой дочерей исследуемых быков колебался от 6758 кг до 9710 кг, жирность молока - от 3,77% до 3,89%, белковомолочность - от 3,1% до 3,25%, содержание молочного жира – от 258кг, до 373 кг, белка – от 218 кг до 312 кг.

Дочери Крабтри отличались не только высокими удоями, но и лучшими показателями качества молока. Массовая доля жира у них составила 3,89%, белка – 3,25%. Количество молочного жира и белка также были самыми высокими у потомков быка Крабтри и составили соответственно – 373 кг и 312 кг. На втором месте по этим признакам оказались дочери Хаммертайма и Пинг понга.

Изучение вариабельности признаков молочной продуктивности потомков быков показало, что все группы были достаточно однородными, о чем свидетельствует коэффициент вариации, который по удою находился в пределах 7,4-20%, МДЖ – 0,8-2,4%, МДБ – 0,31,9%, количеству молочного жира – 8-21,2%, белка – 7,4-19,9%.

Таким образом, в результате исследований установлено, что наиболее высоким уровнем молочной продуктивности отличались дочери быков: Крабтри, Хаммертайма и Пинг понга.

Немаловажным этапом селекционной работы является сравнение дочерей быков со сверстницами. Это позволит установить на сколько лучшим или худшим является производитель для стада и породы. Поэтому сравним дочерей быков производителей по продуктивности со сверстницами (таблица).

Как показали исследования, в результате проведенной оценки племенной ценности производителей методом «Дочери-Сверстницы» только восемь быков, или 23,5% от всех исследуемых производителей являются улучшателями по удою. Это быки: Дейфи, Крабтри, Найтлаф, Оксворд, Пинг понг, Сценарий, Хаммертайм и Элапс. Большинству из них присвоена категория $А_1$, и только двум: Оксворду и Элапсу – категория $А_2$.

Шестнадцать быков, или 47% являются нейтральными по удою. Остальные десять быков признаны ухудшателями.

Оценка быков методом «Дочери-Сверстницы» по массовой доле жира показала, что из всех быков только три: Крабтри, Элапс и Уотфорд являются улучшателями, им присвоена категория $Б_3$. Однако при этом Уотфорд является ухудшателем по удою.

Таблица– Оценка быков-производителей методом «Дочери – Сверстницы»

Кличка и номер быка	n	Дочери				+/- к сверстицам				Ранг по	
		удой	КМЖ	МДЖ	МДБ	удой	КМЖ	МДЖ	МДБ	удою	МДЖ
Альта Дасон 3010354397	20	8969	338	3,77	3,16	-80	-9	-0,07	-0,05	Н	Н
Фридом 3011001279	26	9002	344	3,82	3,21	-47	-4	-0,02	0	Н	Н
Акселодин 3130641794	70	9005	344	3,82	3,21	-46	-4	-0,02	-0,01	Н	Н
Альта Багги 3138498807	30	8956	345	3,85	3,22	-93	-3	0,01	0	Н	Н
Альта Белдинг 3142181185	26	9078	348	3,83	3,22	30	0	-0,01	0	Н	Н
Альта Лотто 3129128755	23	8652	331	3,82	3,22	-402	-17	-0,02	0,01	Ух	Н
Альта Нитро 3132991976	25	8213	316	3,85	3,23	-838	-32	0	0,01	Ух	Н
Альта Олин 136665906	21	6758	258	3,82	3,22	-2292	-90	-0,02	0,01	Ух	Н
АльтаАльфа 70346650	24	9061	345	3,81	3,21	13	-3	-0,03	0	Н	Н
Аркана 3138767026	141	8636	333	3,86	3,22	-424	-15	0,02	0	Ух	Н
Биконейтр 11087870	23	8483	324	3,82	3,22	-572	-24	-0,03	0	Ух	Н
Боб 70192740	77	8772	335	3,82	3,2	-277	-12	-0,02	-0,01	Н	Н
Гамблер 3010356202	28	9104	348	3,82	3,1	56	0	-0,02	-0,02	Н	Н
Дейфи 3125645155	16	9431	362	3,84	3,22	405	16	0	0	А1	Н
Джей Би 3010354030	53	8666	336	3,88	3,22	-386	-12	0,03	0,01	Ух	Н
Донателло 3006989495	63	8925	339	3,79	3,19	-124	-9	-0,05	-0,02	Н	Н

Кеннеди 3132117165	112	8974	347	3,87	3,23	-79	0	0,03	0,01	Н	Н
Крабтри 70626088	21	9607	373	3,89	3,25	560	26	0,04	0,03	А1	Б3
Лопез 3127601762	31	7739	294	3,8	3,24	-1310	-54	-0,04	2,02	Ух	Н
Мастер 72596689	159	9049	350	3,87	3,22	1	3	0,03	0,01	Н	Н
Мэдден 3123606833	54	8647	330	3,81	3,2	-417	-19	-0,03	-0,01	Ух	Н
Найтлаф 3126775449	23	9380	361	3,85	3,22	344	14	0,01	0	А1	Н
Оксворд 3132826286	208	9300	357	3,84	3,21	288	11	0	0	А2	Н
Пинг понг 3123885825	57	9604	370	3,86	3,23	582	24	0,01	0,01	А1	Н
Сократ 107535517	64	9057	351	3,87	3,22	9	3	0,03	0,01	Н	Н
Суперспринг 3133106354	22	8831	338	3,82	3,2	-245	-11	-0,02	-0,01	Н	Н
Сценарий 3014561961	31	9321	354	3,79	3,2	281	6	-0,05	-0,02	А1	Н
Уотфорд 3203845447	298	8663	337	3,89	3,23	-404	-11	0,05	0,01	Ух	Б3
Фирворк 3144934446	28	8975	346	3,86	3,23	-74	-1	0,02	0,01	Н	Н
Хаммертайм 3131083966	33	9710	370	3,81	3,19	673	23	-0,03	-0,02	А1	Н
Хел 3013614185	24	9193	346	3,77	3,19	145	-1	-0,08	-0,03	Н	Н
Ходедо 3130915863	55	8997	349	3,87	3,23	-53	1	0,03	0,01	Н	Н
Шандро 70666276	23	8646	329	3,8	3,2	-413	-19	-0,04	-0,02	Ух	Н
Элапс 12021596	24	9256	359	3,88	3,24	215	12	0,04	0,02	А2	Б3

Отмечено, что два производителя: Крабтри, Элапс имеют высокую племенную ценность, как по удою, так и по массовой доле жира. Дочери этих быков превосходят сверстниц и по другим показателям молочной продуктивности: массовой доле белка и количеству молочного жира.

Сравнивая остальные показатели молочной продуктивности, следует отметить, что дочери 14 быков превосходят сверстниц по массовой доле белка. Потомки 11 быков имеют превосходство над сверстницами по количеству молочного жира.

Таким образом, в ходе проведенных исследований в ЗАО Племзавод «Семеновский» установлено, что дочери голштинских быков-производителей демонстрируют значительный генетический потенциал по молочной продуктивности. Наиболее ценными по удоям за 305 дней первой лактации (свыше 9000 кг) оказались потомки быков Крабтри (9607 кг), Хаммертайм (9710 кг) и Пинг понг (9604 кг), которые также лидируют по содержанию жира (до 373 кг) и белка (до 312 кг) в молоке. Метод оценки «Дочери-Сверстницы» подтвердил высокую племенную ценность 8 быков (23,5%) как улучшителей по удою (категории А1 и А2), среди которых Крабтри и Элапс выделяются по комплексу признаков, включая массовую долю жира и белка. Полученные данные свидетельствуют о однородности групп потомков (коэффициент вариации 7,4–21,2%) и подчеркивают необходимость широкого применения элитных производителей в селекционной работе.

Научный руководитель - Холодова Л.В., канд. биол. наук, доц.

Список литературы

1.Михалев, Е.В. Сравнение молочной продуктивности коров – первотёлок разных линий // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии, Брянск, 15–16 апреля 2021 года. Том Часть 2. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 260-264.

2. Михалев, Е.В. Характеристика основных показателей молочной продуктивности коров разного происхождения по первой лактации // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 25 января 2022 года. Том Часть 1. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 361-364.

3.Холодова, Л.В. Влияние генотипа на продуктивные качества голштинских коров // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. – С. 540-543.

4. Холодова, Л.В. Влияние генетических факторов на уровень молочной продуктивности а // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы

международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. – ЙОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, 2022. – С. 389-392.
5.Холодова, Л.В. Результаты комплексной оценки племенной ценности быков-производителей // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 24 января 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 557-562.

УДК 636.082.2

Камаева Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В результате исследований выявлено, что линейная принадлежность влияет на воспроизводительные качества коров. Установлено, что лучшими репродуктивными качествами обладали коровы линии Пабст Говернер. У животных этой линии сервис-период составил 83 дня и был короче чем у животных остальных линии на 64 - 84 дня (P≤0,001).Продолжительность периода между отелами у коров этой линии была 369 дней. Анализ индекса осеменения исследуемого поголовья коров в зависимости от линейной принадлежности показал, что данный показатель у коров линии Пабст Говернер был лучшим, равным 1,5. Индекс Дохи и коэффициент воспроизводительной способности коров этой линии также были самыми высокими среди исследуемых линий (52,8 и 0,99 соответственно), что свидетельствует о высоком уровне воспроизводства в этой линии.

Ключевые слова: молочная продуктивность, воспроизводительные качества, молочный скот.

Молочное животноводство остается одной из ключевых отраслей сельского хозяйства, обеспечивая продовольственную безопасность и экономическую стабильность регионов. В условиях интенсивного отбора и глобализации поголовья коров все большее значение приобретает оценка репродуктивных качеств животных разных генотипов [1].

Воспроизводство поголовья является одним из основных условий стабильного роста производства продукции животноводства. Это в наибольшей степени относится к производству молока, так как лактационная деятельность организма тесно связана с процессами размножения [2].

В животноводстве в современных условиях большое научное и производственное значение придается вопросам изучения репродуктивных способностей коров в зависимости от происхождения. Это обусловлено не только тем, что при нарушении воспроизводительных качеств коров, как правило снижаются удои, но и с тем что уменьшается продуктивное долголетие животных, что приводит, в конечном счете, к снижению уровня рентабельности отрасли в целом [3,4].

Исследования были проведены в СПК «Звениговский» Звениговского района Республики Марий Эл. Объектом исследований явились коровы голштинской породы в количестве 493 голов. Для выполнения исследований были использованы данные из базы ИАС «Селэкс». По каждому животному были определены:

- линейная принадлежность коров;
- воспроизводительные качества коров за последнюю завершенную лактацию (возраст первого осеменения и первого отела; живая масса при первом осеменении; продолжительность сервис-, межотельного и сухостойного периодов; индекс осеменения);

Для оценки уровня воспроизводства в стаде были рассчитаны коэффициент воспроизводительной способности коров (КВС) и индекс плодовитости Дохи (индекс Дохи).

Коэффициент воспроизводительной способности рассчитывали по формуле:

$$КВС=365/МОП,$$

где: МОП – продолжительность межотельного периода, дней.

Индекс плодовитости Дохи рассчитывали по формуле:

$$ИП =100 – (А +2б),$$

где: А – возраст первого отела, месяцев;

б – продолжительность межотельного периода, месяцев.

Для характеристики уровня воспроизводства у коров в зависимости от линейной принадлежности были созданы группы: 1 группа – коровы линии Вис Бек Айдиал (n=202), 2 группа –

животные линии Монтвик Чифтейн (n=22), 3 – группа – особи линии Рефлекшн Соверинг (n=220), 4 – коровы линии Пабст Говернер (n=44).

Данные полученные в результате исследований были подвергнуты биометрической обработке с использованием программы Microsoft Excel.

В разведении крупного рогатого скота молочного направления селекция животных определенной линии является одним из наиболее важных элементов племенной работы. С использованием генетического потенциала племенных производителей голштинской породы, принадлежащих к различным генеалогическим линям, достигается совершенствование как продуктивных, так и воспроизводительных качеств животных.

В СПК «Звениговский» крупный рогатый скот молочного направления продуктивности принадлежит к четырем генеалогическим линиям.

Анализ воспроизводительных способностей коров разных линий показал, что лучшими репродуктивными качествами обладали коровы линии Пабст Говернер (таблица).

У животных этой линии сервис-период составил 83 дня и был короче чем у животных линии В.Б.Айдиал на 64 дня (P≤0,001), линии М.Чифтейн – на 84 дня (P≤0,001), линии Р.Соверинг – на 46 дней (P≤0,001). Продолжительность периода между отелами у коров этой линии была 369 дней, что достоверно меньше чем у особей линии Вис Бек Айдиал на 37 дней (P≤0,01), линии М.Чифтейн – на 25 дней, линии Р.Соверинг – на 33 дня (P≤0,05).

Таблица – Воспроизводительные качества в зависимости от линейной принадлежности

Показатели	Линия											
	В.Б. Айдиал			М.Чифтейн			Р.Соверинг			П.Говернер		
	M	m	Cv,%	M	m	Cv,%	M	m	Cv,%	M	m	Cv,%
Возраст 1 осеменения, мес	14,9	0,2	23,0	14,2	0,4	14,2	14,0	0,2	17,8	14,0	0,6	8,2
Живая масса при 1 осеменении, кг	392	3,2	12,3	398	6,2	7,3	383	2,6	10,2	375	18,3	9,8
Возраст 1 отела, мес	23,9	0,2	14,3	23,2	0,4	8,7	23,0	0,16	10,8	23,1	0,5	5,0
Сервис-период, дн	147	6,5	58,0	167	19,9	52,9	129	7,8	64,8	83	9,7	23,6
Межотельный период, дн	406	7,1	17,2	394	22,8	14,2	402	9,9	17,7	369	10,4	5,7
Сухостойный период, дн	54	1,6	28,5	52	2,2	9,3	52	1,5	20,5	58	1,4	4,9
Индекс осеменения	1,79	0,1	59,6	2,09	0,2	50,9	1,60	0,1	60,9	1,50	0,5	66,7
Индекс Дохи	48,8	0,7	14,2	50,6	1,1	5,5	49,5	0,9	13,0	52,8	0,6	2,3
КВС	0,92	0,01	14,2	0,94	0,1	14,5	0,93	0,02	13,2	0,99	0,03	5,4

Анализ индекса осеменения исследуемого поголовья коров в зависимости от линейной принадлежности показал, что данный показатель у коров линии Пабст Говернер был лучшим, равным 1,5. У коров линии Рефлекшн Соверинг кратность осеменения была чуть хуже, индекс осеменения у них составил 1,6. Самый плохой результат оплодотворяемости был выявлен у коров линии М. Чифтейн. На одно плодотворное осеменение одной головы этой линии в среднем тратили 2,09 дозы биопродукции.

Возраст первого осеменения и первого отела у животных исследуемых групп отличались незначительно. Возраст 1 осеменения находился в пределах 14 (линии Рефлекшн Соверинг и Пабст Говернер) – 14,9 месяцев (линия В.Б.Айдиал). Возраст первого отела – в пределах 23 – 23,9 месяцев.Живая масса животных разных линий в возрасте 1 осеменения была равна 375 кг (линия П. Говернер) – 398 кг (М. Чифтейн), что составляло 66-70% от массы полновозрастных коров.

Продолжительность сухостойного периода у коров всех изучаемых линий была в пределах физиологической нормы, и находился в пределах 52-58 дней.

Индекс плодовитости коров колебался от 48,9 до 52,8, а коэффициент воспроизводительной способности от 0,92 до 0,99. Лучшие результаты были у коров линии П.Говернер, то есть для животных этой линии характерен высокий уровень воспроизводства.

Вариабельность показателей воспроизводительной способности коров разных линий изменялась в широких пределах. Коэффициент вариации возраста 1 осеменения колебался от 8,2 до 23%, живой массы при первом осеменении - от 7,3 до 12,3%, возраста первого отела - от 5 до14,3%, сервис-периода – от 23,6 до 64,8%, межотельного периода – от 5,7 до 17,7%, сухостойного периода –

от 4,9 до 28,5%, индекса осеменения – от 50,9 до 66,7%, индекса Дохи – от 2,3 до 14,2%, коэффициента воспроизводительной способности – от 5,4 до 14,2%.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что линейная принадлежность влияет на воспроизводительные качества коров. Установлено, что лучшими репродуктивными качествами обладали коровы линии Пабст Говернер. У животных этой линии сервис-период составил 83 дня и был короче чем у животных остальных линии на 64 - 84 дня (P≤0,001).Продолжительность периода между отелами у коров этой линии была 369 дней. Анализ индекса осеменения исследуемого поголовья коров в зависимости от линейной принадлежности показал, что данный показатель у коров линии Пабст Говернер был лучшим, равным 1,5. Индекс Дохи и коэффициент воспроизводительной способности коров этой линии также были самыми высокими среди исследуемых линий (52,8 и 0,99 соответственно), что свидетельствует о высоком уровне воспроизводства в этой линии.

Научный руководитель - Холодова Л.В., канд. биол. наук, доц.

Список литературы

1. Холодова Л. В. Показатели воспроизводства в высокопродуктивном стаде молочного скота Республики Марий эл // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства :Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 22 января 2024 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 249-253.
2.Характеристика показателей воспроизводства коров, относящихся к разным линиям / Михалев Е. В., Роженцов А. Л., Холодова Л. В. [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 22 января 2024 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 221-224.
3. Воспроизводительные качества коров разной линейной принадлежности / Холодова Л. В., Михалев Е. В., Роженцов А. Л., Ахмедханова Р.Р. // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. С. 439-443.
4. Шишкина Т.В., Гусева Т.А., Латыпова Э.А. Оценка воспроизводительных качеств коров в зависимости от происхождения // Нива Поволжья. 2021. № 1(58). С. 82-88

УДК 636.15/636.034

Николаева Ж.Ю.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ С РАЗЛИЧНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. Эффективное использование племенных животных в молочном коневодстве определяется не только уровнем их продуктивности, но и продолжительностью хозяйственного использования. Анализ данных свидетельствует о наличии прямой зависимости между коэффициентом интенсивности производственного использования (КИПИ) и молочной продуктивностью кобыл: с увеличением КИПИ отмечается значительный рост удоя за весь период эксплуатации - от 5492 кг в группе с низкой интенсивностью до 15633 кг в группе с высокой интенсивностью использования. При этом средняя продолжительность хозяйственного использования сокращается, что подчёркивает необходимость поиска оптимального баланса между интенсивностью эксплуатации и длительностью жизни животного в хозяйстве.

Ключевые слова: лошади, продолжительность хозяйственного использований, удой

В современном молочном коневодстве вопросы повышения продуктивности и обеспечения долголетия кобыл приобретают особую актуальность. Эффективное использование маточного поголовья напрямую влияет на экономическую устойчивость хозяйств, а также на качество и объёмы производимой продукции [1-2]. Одним из ключевых факторов, определяющих как молочную продуктивность, так и продолжительность хозяйственного использования кобыл, выступает коэффициент интенсивности производственного использования. Этот коэффициент отражает степень нагрузки на животное в течение всего периода его хозяйственного использования и позволяет объективно оценивать баланс между получением продукции и сохранением здоровья маточного поголовья.

Исследования показывают [3], что чрезмерно высокая интенсивность использования может приводить к преждевременному снижению продуктивности, ухудшению физиологического состояния и

сокращению срока хозяйственного использования животных . В то же время недостаточная эксплуатация животных не позволяет реализовать их генетический потенциал и снижает рентабельность производства. В связи с этим возникает необходимость научного обоснования оптимальных параметров производственного использования, обеспечивающих гармоничное сочетание высокой молочной продуктивности и долголетия кобыл.

Исследования были проведены на Кумысной ферме ЗАО ПЗ «Семеновский» Республики Марий Эл.

Цель исследований: изучить продолжительность хозяйственного использования и молочная продуктивность кобыл с различным коэффициентом интенсивности производственного использования.

Исследуемое поголовье животных в зависимости от значения среднего квадаратичного отклонения коэффициента интенсивности производственного использования (КИПИ) было распределено три группы: 1 группа – кобылы с низким значением индекса (от -1σ до -3 σ), значение КИПИ - от 0,04 до 0,2; 2 группа – лошади со средним значением индекса (±1σ), значение КИПИ - от 0,21 до 0,39; 3 группа – кобылы с высоким значением индекса (от +1σ до +3 σ), значение КИПИ - более 0,39.

Коэффициент интенсивности производственного использования (КИПИ) определяли по формуле:

$$КИПИ = ПЛП/ПХИ$$

где: ПЛП – продолжительность лактационного периода за все лактации, дней;

ПХИ – продолжительность хозяйственного использования кобыл, дней.

Продолжительность хозяйственного использования была рассчитана по формуле Е.А.Арзуманяна (1976):

$$ПХИ = Дв - До,$$

где: Дв –дата выбытия животного;

До – дата 1 выжеребки.

Эффективное использование племенных животных в молочном коневодстве во многом определяется не только их продуктивностью, но и продолжительностью хозяйственного использования. В современных условиях особое значение приобретает поиск оптимального баланса между интенсивностью производственного использования и длительностью эксплуатации животных, что напрямую влияет на экономическую эффективность и устойчивость отрасли. В таблице 1 представлены результаты исследования, посвящённого анализу продолжительности использования коров в зависимости от коэффициента интенсивности производственного использования. Наибольшая средняя продолжительность использования наблюдается в группе с высоким коэффициентом интенсивности производственного использования (5,2 лактации), наименьшая - в группе с низким коэффициентом (3 лактации).

Коэффициент вариации наиболее высок в группе с низким коэффициентом (59,5%), что указывает на значительный разброс данных. В группах со средним и высоким коэффициентами разброс меньше (46,9% и 46,3% соответственно).

Таблица 1 – Продолжительность хозяйственного использования кобыл с разной величиной коэффициента интенсивности производственного использования

Исследуемые группы	n	Продолжительность использования, лактаций			ПХИ, дни		
		M	m	Cv,%	M	m	Cv,%
1 группа	58	3,0	0,2	59,5	3231	126,9	29,9
2 группа	73	4,6	0,3	46,9	2752	137,4	42,6
3 группа	67	5,2	0,3	46,3	2093	137,1	53,6

Наибольшая средняя продолжительность использования отмечена у кобыл с низким коэффициентом интенсивности (3231 день). В группах со средним и высоким коэффициентом интенсивности средние значения продолжительности ниже (2752 и 2093 дня соответственно). Разница между группами была достоверной и составила 1138 дней и 659 дней (P≤0,001) соответственно.

Коэффициент вариации увеличивается от низкой к высокой группе (29,9% → 42,6% → 53,6%), что указывает на рост разброса данных при увеличении интенсивности использования.

В таблице 2 представлены результаты исследования молочной продуктивности кобыл, разделённых на три группы по уровню коэффициента интенсивности производственного использования (*КИПИ*): низкий, средний и высокий. Установлено, что средняя продолжительность лактации растёт с

увеличением КИПИ: от 403 дней в низкой группе до 2093 дней в высокой. Ошибка среднего (m) тоже увеличивается, что указывает на большую вариабельность в высокоинтенсивной группе. Коэффициент вариации (Cv) выше в группе с высоким КИПИ (53,6%), подчёркивая нестабильность длительности лактации при интенсивном использовании.

Таблица 2 – Показатели продуктивности кобыл в зависимости от величины коэффициента интенсивности производственного использования

Исследуемые группы	n	Общая продолжительность периода лактации, дни			Удой, кг			Удой на 1 день лактации, кг		
		M	m	Cv,%	M	m	Cv,%	M	m	Cv,%
1 группа	58	403	21,2	40,1	5492	307,1	42,6	13,4	0,6	23,8
2 группа	73	828	41,6	42,9	12830	758,6	50,5	14,0	0,3	18,6
3 группа	67	2093	137,1	53,6	15633	1004,1	52,6	14,9	0,2	10,6

При разработке формулы индекса КИПИ основной предпосылкой был поиск показателя отражающего характер зависимости между продолжительностью хозяйственного использования и общей продолжительностью периода лактации. Авторами [4] предполагалось, что чем в большей степени значение КИПИ будет стремиться к 1, тем выше будет уровень пожизненной продуктивности. Что было подтверждено нашими исследованиями. Установлено, что уровень удоя растёт с увеличением коэффициента интенсивности: от 5492кг в низкой группе до 15633кг - в высокой. Разница между группами была достоверной и составила 10141 кг (P≤0.001). Ошибка среднего (m) также увеличивается, что отражает большую изменчивость в высокоинтенсивных группах. Коэффициент вариации (Cv) повышается с 42,6% до 52,6%, указывая на растущую неоднородность внутри групп при интенсивном использовании.

Анализ данных показывает, что с увеличением коэффициента интенсивности производственного использования наблюдается тенденция к росту удоя на 1 день лактации: от 13,4 кг в группе с низким КИПИ до 14,9 кг в группе с высоким КИПИ. При этом стандартная ошибка среднего значения (m) и коэффициент вариации (Cv) снижаются, что свидетельствует о более стабильной и однородной продуктивности в группе с высокой интенсивностью использования.

Проведённые исследования показали, что эффективное использование племенных животных в молочном коневодстве определяется не только уровнем их продуктивности, но и продолжительностью хозяйственного использования. Анализ данных свидетельствует о наличии прямой зависимости между коэффициентом интенсивности производственного использования (КИПИ) и молочной продуктивностью кобыл: с увеличением КИПИ отмечается значительный рост удоя за весь период эксплуатации - от 5492 кг в группе с низкой интенсивностью до 15633 кг в группе с высокой интенсивностью использования. При этом средняя продолжительность хозяйственного использования сокращается, что подчёркивает необходимость поиска оптимального баланса между интенсивностью эксплуатации и длительностью жизни животного в хозяйстве.

Важным результатом стало выявление тенденции к росту удоя на один день лактации с увеличением КИПИ (от 13,4 кг до 14,9 кг), а также снижение вариабельности этого показателя в высокоинтенсивных группах, что свидетельствует о более стабильной и однородной продуктивности при рационально организованной интенсивной эксплуатации.

Однако увеличение интенсивности использования сопровождается сокращением средней продолжительности хозяйственного использования и ростом разброса данных по этому показателю, что требует индивидуального подхода к формированию групп животных и организации производственного процесса.

Таким образом, для повышения экономической эффективности и устойчивости молочного коневодства рекомендуется внедрение дифференцированных стратегий эксплуатации кобыл с учётом их индивидуальных особенностей и потенциала, а также постоянный мониторинг показателей продуктивности и продолжительности использования. Это позволит не только максимизировать выход продукции, но и обеспечить долголетие и здоровье животных, что является залогом успешного развития отрасли.

Научный руководитель - Холодова Л.В., канд. биол. наук, доц.

Список литературы

1.Холодова, Л. В. Влияние породы на продолжительность хозяйственного использования и молочную продуктивность кобыл // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора

Ткачева Анатолия Алексеевича, Брянск, 26–27 ноября 2020 года. Том Часть 1. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2020. С. 316-319.
2.Онегов А.В., Стрельников А.И. Влияние генотипа кобыл русской тяжеловозной породы на продолжительность их хозяйственного использования // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 11–13 декабря 2019 года. Том Часть 2. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 52-57.
4.Duration of economic use of lithuanian heavy draft stud mares / L. V. Holodova, A. V. Onegov, S. Yu. Smolentsev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 315. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. P. 72039.

УДК 636.082.2

Пыркина Ю.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Аннотация. В результате исследований установлено, что у высокопродуктивных коров более предсказуемый, но удлинённый сервис-период. Они стабильно приходят в охоту, но для успешного осеменения требуется больше попыток.

Ключевые слова: молочная продуктивность, воспроизводительные качества, молочный скот.

Высокий уровень лактации у коров вызывает перестройку всего организма животного, изменение корреляционных связей между различными органами. В первую очередь молочная продуктивность предъявляет высокие требования к репродуктивной системе, так как размножение и лактация у млекопитающих – это последовательные этапы единого биологического процесса воспроизводства. Воспроизводство стада – это один из наиболее трудоемких процессов в молочном скотоводстве [1,2].

Воспроизводительные качества животных являются ключевым элементом промышленной эффективности в молочном животноводстве, поскольку получение телят каждый год обеспечивает увеличение производства продукции, а стабильное количество приплода способствует осуществлению селекционно-племенной работы высокого качества и является фундаментом увеличения продуктивности поголовья, а значит, и роста уровня экономики предприятия .

Исследования, целью которых явилось изучение влияния уровня молочной продуктивности на воспроизводительные качества коров были проведены СПК «Звениговский» Звениговского района Республики Марий Эл. Объектом исследования явились коровы голштинской породы в количестве 1630 голов. В качестве материала исследования применялись карточки племенных коров (форма Мол-2).

Для изучения влияния уровня молочной продуктивности коров на воспроизводительные качества коров были созданы группы: 1 – удой до 7000 кг, 2 – удой от 7000 до 8999 кг, 3 – удой от 9000 до 10999 кг, 4 – удой от 11000 до 12999кг, 5 – удой от 13000 до 14999 кг, 6 – удой от 15000 до 16999 кг, 7 – удой от 17000 кг и более.

Полученные в результате исследований данные были статистически обработаны на ПЭВМ с использованием программы Microsoft Excel.

Воспроизводительные качества коров – это совокупность показателей, характеризующих способность животных к размножению и получению здорового потомства. Эти качества важны для эффективного ведения молочного скотоводства. Основные показатели воспроизводительных качеств коров: возраст первого осеменения, сервис-период, межотельный период, индекс осеменения и т.д.

Возраст первого осеменения – это оптимальный период, когда телка достигает физиологической зрелости, позволяющий успешно забеременеть, выносить и родить здорового теленка без вреда для собственного развития.

При исследовании воспроизводительных качеств коров в стаде были получены следующие данные: средний возраст первого осеменения телок составил 12,7 месяцев. Это достаточно ранний показатель, который может быть как преимуществом, так и риском в зависимости от условий содержания и развития животных. Положительные стороны раннего осеменения:

- раннее осеменение позволяет получить первый отёл в примерно 22 месяца, что ускоряет оборот стада;

- снижаются затраты на выращивание нетелей (меньше времени до первой лактации);

- в молочном скотоводстве это может повысить пожизненную продуктивность коровы.

Следует отметить, что в хозяйстве применяется интенсивное выращивание молодняка крупного рогатого скота в связи с чем телки к 12,7 месячному возрасту достигают живой массы 387 кг, что составляет 70% от массы взрослых животных (таблица 3.2). То есть к этому времени достигают физиологической зрелости. Для большинства молочных пород (в том числе голштинской) минимальная масса при первом осеменении –340–380 кг.

Влияние уровня молочной продуктивности на воспроизводство коров – это сложный процесс, связанный с физиологическими, метаболическими и гормональными изменениями в организме высокопродуктивных животных.

Анализ влияния удоя первотелок на воспроизводительные качества коров показал, что наиболее высокие удои за 305 дней 1 лактации – 13000 кг и более имели животные, плодотворно осемененные в возрасте 14 месяцев с живой массой 387 кг (табл. 1). Высокий удой (13000 кг) у таких первотелок может объясняться правильным развитием вымени благодаря оптимальному возрасту и массе при первом осеменении, сбалансированным кормлением в период роста и лактации, а также с генетическим потенциалом животных.

Таблица 1 – Взаимосвязь удоя первотелок с возрастом и живой массой при первом осеменении

Удой за 305 дней 1 лактацию, кг	n	Возраст 1 плодотворного осеменения, мес			Живая масса при 1 осеменении, кг		
		M	m	Cv,%	M	m	Cv,%
До 7000	113	13,8	0,20	15,1	380	2,5	6,5
7000-8999	445	13,6	0,09	13,9	375	1,4	7,2
9000-10999	492	13,2	0,06	10,7	375	1,0	5,8
11000-12999	111	13,4	0,15	11,4	373	2,1	5,7
13000 и более	12	14,0	0,63	15,5	387	5,2	4,3

Вариабельность возраста первого осеменения у животных исследуемых групп варьировала от 10,7% до 15,5%, что свидетельствует об умеренной изменчивости признака. Изменчивость живой массы при 1 осеменении была низкой - 4,3-7,2%, что является хорошим показателем однородности стада. Живая масса варьирует меньше, чем возраст осеменения, это связано с тем, что возраст осеменения больше зависит от индивидуальных особенностей (половое созревание, гормональный статус), а живая масса лучше контролируется кормлением и генетикой. То, что живая масса при первом осеменении более стабильна, чем возраст осеменения является нормальным явлением для животноводства.

Таким образом, осеменение тёлок в 14 месяцев при массе 387 кг является эффективным методом повышения их продуктивности, что подтверждается удоем свыше 13000 кг молока. Однако для воспроизведения таких результатов необходимо строгое соблюдение условий содержания и кормления.

Главными племенными характеристиками скота молочного направления выступают показатели молочной продуктивности и воспроизводительной способности. Следовательно, при разведении коров требуется постоянная оценка по главным параметрам продуктивности: величине надоя, содержанию белка и жира, воспроизводственным качествам. Показатель уровня продуктивности скота напрямую связан со многими разнообразными параметрами: наследуемостью, особенностями породы и отдельных животных, условиями содержания, кормления и так далее. Показатель молочной продуктивности напрямую связан с воспроизводительными качествами животных. Степень репродуктивности в большей части обусловлена продолжительностью сервис-периода животных. По мнению большинства специалистов, целесообразно осуществлять искусственное осеменение коров по истечению 2-3 месяцев с момента отёла. Продолжительность сервис-периода в пределах 60-90 суток принято считать наиболее приемлемой.

При исследовании воспроизводительных качеств коров, можно увидеть, что продолжительность сервис-периода у первотелок увеличивается с 131 дня до 172 дней по мере роста удоев (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние удоев первотелок на продолжительность сервис-периода

Удой за 305 дней 1 лактации, кг	n	Сервис-период, дн		
		M	m	Cv,%
До 7000	113	139	10,1	86,1

7000-8999	445	131	7,2	63,3
9000-10999	492	139	7,2	60,8
11000-12999	111	166	7,4	57,0
13000 и более	12	172	6,3	57,5

Коэффициент вариации по сервис-периода с разным уровнем удоя колебался от 57% до 86,1%, что говорит о крайней неоднородности групп. Выявлено, что с увеличением удоя вариабельность сервис-периода снижается. Это означает, что у коров с высокими удоями сервис-период менее изменчив и более предсказуем.

При анализе индекса осеменения было обнаружено, что кратность количества осеменений возрастает с увеличением продуктивности коров (табл. 3). При нормальных показателях индекс осеменения должен составлять 1-1,5.

Таблица 3 – Влияние уровня продуктивности первотелок на индекс осеменения

Удой за 305 дней 1 лактации, кг	n	Индекс осеменения		
		M	m	Cv,%
До 7000	113	1,5	0,7	47,7
7000-8999	445	1,6	0,8	46,9
9000-10999	492	1,6	0,8	49,0
11000-12999	111	1,9	0,9	49,0
13000 и более	12	2,4	1,1	61,5

Коэффициент вариации по индексу осеменения высокий – 46,9-61,5%. Его значения увеличиваются по мере роста удоев, что говорит о том, что чем выше удой, тем больше требуется осеменений для успешного оплодотворения.

Таким образом, в результате исследований установлено, что у высокопродуктивных коров более предсказуемый, но удлинённый сервис-период. Они стабильно приходят в охоту, но для успешного осеменения требуется больше попыток.

Отмечено, что с ростом удоя увеличивается индекс осеменения, это указывает на ухудшение репродуктивной эффективности у высокопродуктивных коров. Возможные причины этого явления:

- метаболический стресс: высокопродуктивные коровы тратят больше ресурсов на молокообразование, что может задерживать восстановление половой цикличности;
- гормональный дисбаланс: например, снижение уровня прогестерона из-за повышенного метаболизма;
- проблемы с выявлением охоты: уставшие коровы могут проявлять менее выраженные признаки половой активности.

В связи с вышеизложенным для улучшения воспроизводительных качеств скота в хозяйстве необходимо улучшить выявление охоты (датчики активности, регулярные проверки), оптимизировать кормление (энергия, белок, минералы) для поддержки репродукции, рассмотреть синхронизацию половых циклов, своевременно выбраковывать проблемных животных.

Научный руководитель - Холодова Л.В., канд. биол. наук, доц.

Список литературы

1. Бузина О.В. , Черемуха Е.Г., Блинова А.В. Влияние молочной продуктивности на воспроизводительные качества коров // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : Сборник научных работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 декабря 2023 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. С. 38-44.
2. Холодова Л.В., Михалев Е.В., Роженцов А.Л. Молочная продуктивность коров в зависимости от продолжительности сервис-периода // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: Сборник трудов IV международной научно-практической конференции, Брянск, 27–28 марта 2025 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2025. С. 194-198.
3. Холодова Л.В. Влияние уровня молочной продуктивности на продолжительность сервис-периода коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 22 января 2024 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 263-266.
4. Перспективы развития племенного молочного скотоводства в регионе на долгосрочный период / Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Кубышкин А.В., Шепелев С.И. // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 4 (92). С. 29-33

УДК 636.5.033/614.94

Николаева Т.О, Овчинникова О.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЗООГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В КФХ АЛИМЧУЕВОЙ З.И.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования условий содержания и кормления цыплят-бройлеров в услови. Основное внимание уделено анализу микроклиматических параметров, таких как температура воздуха, относительная влажность, освещенность и содержание вредных газов (CO2, NH3, H2S), а также качеству питьевой воды. Рацион кормления включал полнорационные комбикорма с добавлением биологически активной добавки «хлорелла». Исследование показало, что все изученные показатели микроклимата и качества воды находятся в пределах установленных зоогигиенических норм и стандартов. Температура, влажность и освещенность соответствовали возрастным потребностям птицы, а концентрации вредных газов не превышали предельно допустимых норм. Качество воды также удовлетворительное, с нейтральным pH и отсутствием загрязняющих примесей. Сбалансированный рацион кормления и благоприятные условия содержания способствуют поддержанию здоровья птицы, оптимизации метаболизма и повышению продуктивности. Результаты исследования подтверждают соответствие применяемых технологий выращивания цыплят-бройлеров современным требованиям птицеводства, что является основой для получения высококачественной продукции и повышения эффективности производства.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, микроклимат, рацион кормления, качество воды, зоогигиенические нормы, птицеводство.

Наиболее распространённым видом промышленного мясного производства в России является производство мяса птицы. Это обусловлено быстрой скороспелостью птиц, позволяющей достичь стабильных промышленных объемов продукции и обеспечить высокую рентабельность отрасли.

Повышенная продуктивность бройлеров обусловлена рядом факторов, среди которых оптимизация рациона питания, улучшение условий содержания, профилактика инфекций и повышение эффективности метаболизма. Интенсивное ведение птицеводческого хозяйства требует строгого контроля над условиями окружающей среды внутри помещений для выращивания птицы. Организм птицы характеризуется чрезвычайно активным обменом веществ, вследствие чего критически восприимчив к малейшим колебаниям температуры, влажности воздуха и качества вентиляции [1].

Таким образом, одна из ключевых задач современного птицеводства заключается в создании оптимальных климатических условий в птичниках, обеспечивающих максимальное повышение производительности поголовья, снижение уровня заболеваемости и смертности, минимизацию выбракованных особей и уменьшение производственных потерь.

Для каждой породы и возрастной группы птицы установлены специфичные диапазоны значений параметров микроклимата, в пределах которых организм тратит наименьшие энергетические затраты для поддержки физиологических функций на оптимальном уровне. Эти условия известны как зоны биологического комфорта. Границы таких зон определяются параметрами минимальной комфортности («нижняя критическая зона»), при превышении которой птица вынуждена активизировать механизмы адаптации, направленные на поддержание теплового баланса. Такие меры включают увеличение потребления кормов и жидкости, повышение двигательной активности, результатом чего становится усиление выработки тепла организмом и одновременно рост теплоотдачи, что неизбежно ведет к снижению продуктивных показателей. Таким образом, обеспечение оптимальной климатической обстановки в условием достижения максимальной эффективности технологического процесса и сохранения высоких экономических результатов сельскохозяйственного предприятия [1, 2].

Зоогигиенические условия содержания, кормления и поения птицы в период выращивания включают комплекс мер, направленных на обеспечение здоровья, продуктивности и снижения риска заболеваний. Эти меры регламентируются ветеринарными правилами и отраслевыми стандартами.

Условия содержания: температура воздуха должна соответствовать возрастным нормам. Например, для цыплят до 10 дней — не выше 33 °C, для других возрастных групп — не выше 28 °C. В холодный период года важно поддерживать оптимальную температуру с учётом системы содержания. Относительная влажность — в пределах 50–70%. Повышенная влажность угнетает обмен веществ, снижает резистентность птиц и способствует развитию патогенной микрофлоры. Вентиляция — помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей поддержание заданных параметров воздуха. Необходимость отопления и производительность систем определяются расчётом с учётом количества выделяемых птицами тепла, углекислоты, водяных паров. Концентрации вредных газов не должны превышать предельно

допустимых норм: углекислота — 0,25% по объёму, аммиак — 15 мг/м³, сероводород — 5 мг/м³. Аммиак раздражает слизистые оболочки и снижает резистентность организма [3, 5].

Полы и подстилка: полы должны быть прочными, с малой теплопроводностью, стойкими к стокам и дезинфицирующим средствам. При напольном содержании используют подстилочный материал (опилки, древесные стружки, соломенная резка и др.). Запрещено применять заплесневелую, мёрзлую и сырую подстилку. При смене партии птицы глубокую подстилку удаляют, проводят механическую очистку, дезинфекцию, дезинсекцию и дератизацию помещений [7].

Освещение: световой режим зависит от возраста птицы. Например, для цыплят-бройлеров рекомендуют 16–17 часов света в сутки. Искусственные источники света должны быть безопасными для здоровья птицы. Плотность посадки: нормы плотности посадки зависят от возраста птицы. Например, для молодняка яичных и мясных пород — 11–12 голов на 1 м² пола [4].

Изоляция и профилактика заболеваний: Разные виды птицы содержат раздельно. Перед входом в помещение для содержания птицы рекомендуется оборудовать дезинфекционные кюветы (дезковрики) для обработки обуви. Систематически наблюдают за состоянием здоровья молодняка, контролируют поведение, поедаемость корма, потребление воды, состояние перьевого покрова. При отклонениях выясняют причины и при необходимости обращаются к ветеринарным специалистам [6].

Наше исследование проводилось в птицеводческом частном предприятии КФК Алимчуевой З. И.. Объектом исследования служили бройлеры кросса «Росс 308», птица содержалась напольным способом в специально оборудованном месте. Для оценки микроклимата были изучены следующие показатели:

- Температура воздуха: Измерение проводилось с помощью ртутных термометров и автоматических термодатчиков.
- Относительная влажность: Определялась с использованием датчика относительной влажности.
- Освещенность: Производилась с помощью люксметра в соответствии с требованиями ГОСТ.
- Содержание углекислого газа (CO_2), аммиака (NH_3) и сероводорода (H_2S): Определялось с помощью газоанализаторов.

1. Микроклимат. В таблице 1 представлены данные по основным параметрам микроклимата в помещениях для выращивания цыплят-бройлеров.
2.

Таблица 1 – Результаты исследования параметров микроклимата в птичнике

Показатель	Норма для молодняка, °C / % / лк / %	Фактические значения, °C / % / лк / %	Соответствие норме
Температура воздуха	28-32 (первая неделя), далее снижение до 22-24	29.5 (1-я неделя), 24.2 (4-я неделя)	Соответствует
Относительная влажность	65-75%	72%	Соответствует
Освещенность (искусственная)	20-30 лк (начальный период)	25 лк	Соответствует
Содержание CO_2	ПДК – 0.25%	0.15%	Соответствует
Содержание NH_3	ПДК – 0.02%	0.01%	Соответствует
Содержание H_2S	ПДК – 0.001%	Не выявлено	Соответствует

2. Рацион кормления. Цыплята-бройлеры получали полнорационные комбикорма, разработанные для различных возрастных периодов с добавлением биологически активной добавки «хлореллы». Комбикорма составлены с учетом нормативных потребностей птицы в протеине, энергии, витаминах и минеральных веществах. Смены комбикормов производились согласно рекомендациям производителя кросса, что обеспечивало полное удовлетворение потребностей растущего организма.

3. Качество воды. Результаты анализа физико-химических показателей воды представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели воды

Показатель	Проба воды	Величина допустимого уровня по ГОСТ	Соответствие норме
Привкус, баллы	0	2	Соответствует
Прозрачность, см	35	Не менее 30	Соответствует
Запах, балл	0	Не более 2	Соответствует
Цветность, (град.)	менее 5	20	Соответствует
Водородный показатель (pH)	6.8	6.0-9.0	Соответствует
Аммиак, мг/л	0.05	до 0.1	Соответствует
Нитриты, мг/л	менее 0.001	до 0.02	Соответствует
Нитраты, мг/л	25	до 45	Соответствует
Хлориды, мг/л	150	до 350	Соответствует
Сульфаты, мг/л	60	не более 500	Соответствует
Железо общее, мг/л	0.2	0.3	Соответствует
Общая жесткость, мг экв/л	8	7.0-10.0	Соответствует

Проведенное исследование подтверждает, что частное предприятие КФК Алимчуевой З. И. демонстрирует высокий уровень организации производственных процессов в птицеводстве. Соблюдение зоогигиенических норм, подтвержденное результатами анализа микроклимата, качества воды и рационов кормления, является основополагающим фактором для обеспечения здоровья и продуктивности птицы. Детальное изучение параметров микроклимата показало, что температура воздуха, относительная влажность, освещенность и концентрация вредных газов находятся в пределах допустимых значений, что минимизирует стрессовое воздействие на организм бройлеров и способствует их нормальному росту и развитию.

Рациональное кормление, обеспечивающее птицу всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и минералами, в сочетании с использованием биологически активных добавок, таких как хлорелла, способствует укреплению иммунитета и улучшению метаболических процессов. Высокое качество питьевой воды, соответствующее государственным стандартам, играет не менее важную роль в поддержании здоровья птицы, усвоении кормов и предотвращении развития заболеваний. Отсутствие посторонних запахов, привкусов, а также нормативные показатели химического состава воды исключают негативное влияние на организм птицы.

Таким образом, комплексный подход к организации производственных процессов в КФК Алимчуевой З. И. создает прочную основу для получения высококачественной продукции птицеводства. Предприятие эффективно использует современные технологии и научные достижения для оптимизации условий содержания, кормления и профилактики заболеваний, что напрямую транслируется в снижение производственных потерь, увеличение выхода товарной продукции и, как следствие, повышение рентабельности.

Список литературы

1. Бобылева Г.А. Российское птицеводство: вызовы 2020 года, проблемы и перспективы 2021 года // Птицеводство. 2021. № 2. С. 4-9.
2. Горяинова Г.М. Перспективы применения дезинфицирующих средств при проведении ветеринарно-санитарных мероприятий на объектах ветеринарного надзора // Горяинова Г.М., Скрипникова А.С., Шалагинова А.Д., Гуненкова Н.К. // Российский журнал "Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии". 2023. № 2 (46). С. 134-141.
3. Загрязненность воздушной среды птичника, кормов и подстилки микроорганизмами и спорами плесневых грибов / Р. М. Абдурагимова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – №3. – С. 152–157.
4. Мартынова Е.И. Росптицесоюз: итоги 2020 г. подведены и новые цели обозначены // Птица и птицепродукты. 2021. № 1. С. 6-7.

5. Перспективы использования дезинфицирующего средства на основе порфиринового макроцикла // Грузнов Д.В. Грузнова О.А., Попов Н.И., Щербакова Г.Ш. и др. // Российский журнал "Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии". 2023. № 2 (46). С. 142-147.
6. Правильный выбор подкислителей - надежный результат / Е.Н. Малыхин, Л.С. Хошафян, Д.Е. Аносов, С.Г. Дорофеева // Птицеводство. 2022. № 5. С. 33-35.
7. Смирнов, С. Л. Коррекция физико-химических и бактериологических показателей воздушной среды при аэрозольной дезинфекции птичника / С. Л. Смирнов, В. В. Нестеров // Сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 2(17). – С. 138-147.

УДК 636.5/637.5/641.5

Николаева Т.О, Овчинникова О.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ДИЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ ПОРОД ПТИЦ

Аннотация. Статья представляет собой развёрнутый сравнительный обзор мяса различных пород домашней птицы. В работе детально анализируются их диетические особенности, пищевая ценность и кулинарное применение. Особое внимание уделено характеристикам кур-несушек, бройлеров, водоплавающих птиц, перепелов и индеек.

Ключевые слова: мясо птицы, бройлеры, куры-несушки, индейка, перепёлка, утка, гусь, пищевая ценность

В России и других странах мира существует значительное разнообразие пород домашней птицы, каждая из которых была выведена с учётом определённых хозяйственных целей: для получения яиц, мяса, а также в декоративных целях. Это разнообразие напрямую отражается на особенностях их физиологии, метаболизма и, как следствие, на специфических диетических потребностях. Понимание этих нюансов имеет решающее значение для обеспечения здоровья, высокой продуктивности и долголетия пернатых. Не существует универсального рациона, который подошёл бы всем видам и породам птиц без исключения.

Куры-несушки, селекционированные для максимального производства яиц, нуждаются в рационе, богатом кальцием и фосфором. Эти минералы критически важны для формирования прочной скорлупы. Дополнительные источники витамина D3 также необходимы для эффективного усвоения кальция. Высокое содержание белка, порядка 16-18%, поддерживает постоянное производство яиц. В отличие от них, мясные породы, такие как бройлеры, ориентированы на быстрое наращивание мышечной массы. Их рацион должен быть более калорийным и содержать повышенное количество протеина (до 20-22%) с акцентом на аминокислоты, такие как метионин и лизин, способствующие синтезу мышечной ткани [1,2,3,4,5].

Мясо кур-несушек, как правило, более постное и жесткое по сравнению с мясом специально выведенных мясных пород. Это связано с тем, что их организм направляет значительную часть энергии и питательных веществ на производство яиц, а не на наращивание мышечной массы. Такое мясо отлично подходит для приготовления бульонов, супов, тушения и длительного запекания, так как эти методы позволяют размягчить волокна и сделать блюда более нежными. Оно богато белком и содержит меньше жира, что делает его диетическим продуктом [6,7,8].

Мясные породы, такие как бройлеры, ориентированы на максимально быстрый набор мышечной массы. Их рацион должен быть более калорийным и содержать повышенное количество протеина (до 20–22%) с акцентом на незаменимые аминокислоты — метионин и лизин, которые способствуют синтезу мышечных волокон. Мясо бройлеров отличается нежностью, сочностью и требует меньше времени на приготовление. Оно имеет более высокую жирность по сравнению с мясом несушек, что придаёт ему приятный вкус и мягкость. Это мясо идеально подходит для жарки, запекания целиком, приготовления шашлыков и других блюд, где важна нежная текстура [9, 10].

Мясо водоплавающих птиц — уток и гусей — традиционно считается более жирным и насыщенным по вкусу. Такая особенность обусловлена их метаболизмом и необходимостью поддерживать температуру тела в водной среде. Мясо этих птиц богато железом, витаминами группы В и белком, обладает ярким ароматом и часто используется для праздничных блюд. При приготовлении рекомендуется использовать методы, позволяющие растопить излишний жир: запекание с фруктами или овощами, тушение. Молодняк уток и гусей в начальный период жизни требует рациона с высоким содержанием протеина (20–24%) для интенсивного роста. По мере взросления их пищеварительная система адаптируется к перевариванию грубых кормов, включая зелень и водные растения. Для этих птиц критически важен постоянный доступ к чистой воде не только для питья, но и для гигиенических процедур [11,12].

Мясо перепелов – это настоящий деликатес. Оно очень нежное, почти диетическое, с низким содержанием жира и богатым содержанием белка, железа, фосфора и витаминов. Благодаря быстрому метаболизму, перепела растут быстро, но при этом их мясо остается постным. Оно прекрасно подходит для запекания, жарки, приготовления на гриле. Часто подается целиком или в виде небольших порционных блюд. Перепела, несмотря на свои небольшие размеры, являются весьма требовательными к питанию птицами. Их рацион должен быть высокобелковым, особенно в период интенсивного яйценошения, достигая 24-28%. Особое внимание необходимо уделить содержанию витаминов A, D, E и группы B, а также микроэлементов, таких как йод и селен, которые напрямую влияют на качество и количество яиц, а также на репродуктивные функции. В отличие от кур, перепела имеют более быстрый метаболизм, что требует дробного кормления или использования полнорационных комбикормов, разработанных специально для них. По вкусу мясо перепёлки напоминает куриное, но отличается большей насыщенностью и глубиной аромата, оно нежное и сочное, легко усваивается и подходит для диетического и детского питания.

Грудка перепёлки — самая постная часть, идеально подходящая для низкокалорийных блюд, а ножки и бёдра содержат чуть больше жира, что придаёт им дополнительную сочность при запекании или тушении. Этот продукт универсален в приготовлении: его можно запекать в духовке (в том числе фаршированным), жарить на сковороде или гриле, тушить с овощами и крупами либо отваривать для диетических бульонов. Мясо перепёлки хорошо сочетается с картофелем, рисом, пастой, гречкой, зеленью, грибами, ягодными соусами и ароматными травами. При покупке лучше выбирать охлаждённое мясо светлого оттенка с лёгким натуральным ароматом и упругой текстурой — оно гарантирует наилучший вкус и пользу готового блюда [2].

Среди декоративных птиц, таких как попугаи или амадины, диетические предпочтения могут варьироваться в зависимости от вида. Большинство зерноядных птиц требуют сбалансированной зерновой смеси, дополненной фруктами, овощами и зеленью. Важно избегать чрезмерного употребления жирных семян, которые могут привести к ожирению. Для насекомоядных видов, например, некоторых видов астрильд, необходим рацион, обогащенный живыми или сушеными насекомыми, а также специализированными белками.

Мясо декоративных птиц, таких как попугаи и амадины, как правило, не употребляется в пищу. Их ценность заключается в их внешнем виде, пении и роли как компаньонов. В некоторых культурах могут существовать исключения, но в большинстве случаев эти птицы не рассматриваются как источник мяса [3].

Индюки, особенно мясные породы, в период интенсивного роста нуждаются в рационе с высоким содержанием протеина (до 28% в начальные периоды) и сбалансированным аминокислотным составом, включая треонин и цистеин. Их пищеварительная система более чувствительна к качеству кормов, поэтому важно использовать легкоусвояемые ингредиенты и избегать плесневелых или испорченных кормов. По мере взросления, рацион можно разнообразить грубыми кормами и растительной массой, но основа должна оставаться высокопитательной для обеспечения быстрого набора мышечной массы.

Мясо индейки, особенно у мясных пород, является ценным источником белка и отличается невысоким содержанием жира (по сравнению с утками и гусями). Оно нежное, легкоусвояемое и универсальное в приготовлении. Грудка индейки – один из самых постных видов мяса птицы, что делает ее идеальным выбором для тех, кто следит за фигурой. Ножки и бедра содержат немного больше жира, что придает им больше сочности. Индейка отлично подходит для запекания, тушения, жарки, приготовления котлет и других блюд [4].

Нельзя однозначно сказать, какое мясо птицы лучше всех — выбор зависит от конкретных целей и потребностей человека.

Если ориентироваться на диетические свойства (минимальное содержание жира и низкую калорийность), безусловный лидер — мясо перепёлки (4,5 г жира и 134 ккал на 100 г) и грудка индейки (около 1,5–2,5 г жира на 100 г). Оба варианта богаты белком, витаминами и минералами, легко усваиваются и подходят для детского, восстановительного и диетического питания. Перепёлка дополнительно содержит лизоцим, укрепляющий иммунитет, а индейка — ценные аминокислоты, поддерживающие мышечный метаболизм [3].

Для тех, кому важен вкус и сочность, предпочтительнее мясо бройлеров и водоплавающих птиц (утки, гуся). Бройлеры отличаются нежностью и быстротой приготовления, их мясо содержит больше жира, чем у несушек, что делает блюда особенно аппетитными. Утка и гусь обладают ярким, насыщенным вкусом и ароматом; их жирность оправдана особенностями метаболизма и служит источником ценных микроэлементов (в т.ч. железа и витаминов группы B). Эти сорта идеальны для праздничных блюд, запекания с фруктами, тушения — методов, позволяющих раскрыть их гастрономические достоинства.

С точки зрения баланса питательных веществ и универсальности многие эксперты выделяют индейку:

- имеет оптимальное соотношение белка и жира;

– подходит для самых разных способов приготовления (запекание, тушение, жарка, фарш);
– хорошо сочетается с гарнирами и соусами;
– допустимо при большинстве диет (включая низкоуглеводные и белковые);
– редко вызывает аллергию.

Выбор мяса птицы сегодня огромен, и каждый вид обладает уникальным набором питательных свойств, вкусом и кулинарным назначением. Чтобы сделать осознанный выбор, стоит рассмотреть основные виды птицы с точки зрения их пищевой ценности и гастрономических особенностей [3].

Таблица 1 – Сравнительный обзор мяса птицы

Вид птицы	Жир (г/100 г)	Белок (г/100 г)	Калорийность (ккал/100 г)	Особенности вкуса и применения
Перепёлка	4,5	21,8	134	Диетический деликатес. Нежное, сочное мясо с насыщенным вкусом. Идеально для порционных блюд, запекания и диетического меню.
Грудка индейки	1,5–2,5	~22	~110–120	Максимально постное мясо. Лидер по содержанию белка при минимуме жира. Универсальна: подходит для запекания, жарки, тушения и строгих диет.
Бройлер	7–12	18–20	180–220	Нежное и сочное мясо. Быстро готовится, обладает мягким вкусом. Отличный выбор для семейного меню, жарки и запекания.
Утка / Гусь	20–35+	16–18	300–400+	Жирное мясо с насыщенным, ярким вкусом и ароматом. Источник железа и витаминов группы В. Идеально для праздничных блюд, запекания с фруктами и длительного тушения.
Курица-несушка	5–8	20–22	150–180	Постное, более жёсткое мясо. Богато белком, отлично подходит для варки бульонов, супов и длительного тушения.

Как выбрать идеальное мясо птицы? Выбор мяса птицы зависит от ваших целей — будь то забота о фигуре, поиск насыщенного вкуса или приготовление праздничного блюда.

Таким образом, богатое разнообразие пород домашней птицы открывает перед нами по-настоящему безграничные кулинарные горизонты и позволяет подобрать идеальный продукт для абсолютно любого случая, гастрономического предпочтения или состояния здоровья. Это не просто выбор между «курицей» и «уткой», а возможность тонко настроить свой рацион под конкретные задачи.

Для тех, кто придерживается строгих диет, следит за калорийностью или восстанавливает силы, существуют настоящие чемпионы по диетичности — мясо перепёлки и грудка индейки. Они сочетают в себе рекордно низкое содержание жира с высочайшей концентрацией легкоусвояемого белка, витаминов и микроэлементов, становясь основой для лёгких, но питательных блюд.

Если же на первом месте стоит вкус, сочность и насыщенный аромат, то выбор падает на бройлеров, а также водоплавающих птиц — утку и гуся. Их мясо, более жирное и структурное, дарит настоящее гастрономическое удовольствие. Оно идеально подходит для запекания целиком, приготовления праздничных рулетов или блюд с фруктовыми и ягодными соусами, где жир раскрывает всю глубину вкуса.

Индейка же выступает в роли универсального «золотого стандарта». Она предлагает идеальный баланс между постностью и сочностью: диетическая грудка подходит для ПП-рецептов, а бедра и голени обеспечивают необходимую мягкость и насыщенность для сытных семейных ужинов.

Наконец, даже такое, казалось бы, простое мясо, как у кур-несушек, находит свою незаменимую нишу. Благодаря своей плотности и насыщенному вкусу, оно становится идеальной основой для наваристых, прозрачных бульонов, душистых супов и блюд длительного томления, где мясо отдаёт весь свой аромат.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.5.033/614.94

Николаева Т.О, Овчинникова О.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ ПЕРЕПЕЛОВ В КФХ АЛИМЧУЕВОЙ З.И.

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследования условий содержания и кормления перепелов породы Фараон. Особое внимание уделено анализу микроклиматических параметров, таких как температура воздуха, относительная влажность, освещенность, а также контроль содержания вредных газов (CO2, NH3, H2S) и качества питьевой воды. Рацион кормления состоял из сбалансированных комбикормов с добавлением биологически активной добавки «хлорелла». Исследование выявило, что все исследуемые показатели микроклимата и качества воды соответствуют установленным зоогигиеническим нормам. Оптимизированный рацион кормления и благоприятные условия содержания способствуют поддержанию здоровья птицы, повышению продуктивности и экономической эффективности производства.

Ключевые слова: перепела, Фараон, микроклимат, рацион кормления, качество воды, зоогигиенические нормы, птицеводство.

Перепеловодство является перспективным направлением в птицеводстве, предлагая высокую скороспелость и компактность содержания. Перепела породы Фараон, будучи одним из лидеров в современном птицеводстве, требуют особого внимания к деталям их содержания. Высокая скорость

роста, достигающая товарной упитанности уже к 35-45 дням жизни, обуславливает повышенные потребности в питательных веществах. Рацион должен быть сбалансирован по протеину, аминокислотам, витаминам и минералам. Например, для молодняка стартового периода (от 1 до 14 дней) рекомендуется стартовый комбикорм с содержанием сырого протеина не менее 24-26%, а для взрослой птицы, несущейся, – несколько иной состав с акцентом на кальций для формирования скорлупы [1,2,3].

Освещение играет немаловажную роль в регуляции репродуктивной функции перепелов. Оптимальная продолжительность светового дня для несушек составляет 14-17 часов. Использование искусственного освещения с интенсивностью 30-50 люкс позволяет стимулировать яйценоскость и поддерживать ее на высоком уровне. Важно избегать резких изменений в продолжительности светового дня, так как это может привести к стрессу и снижению продуктивности [4,5,6].

Обеспечение постоянного доступа к чистой, свежей воде является первостепенной задачей. Перепела потребляют значительное количество воды, особенно в условиях повышенной температуры и влажности. Система поения должна быть спроектирована таким образом, чтобы исключить возможность загрязнения, например, с помощью ниппельных поилок или вакуумных систем. Температура воды также имеет значение: в летний период рекомендуется слегка охлажденная вода, а в зимний – комнатной температуры [7,8,9].

Вентиляция в помещениях для содержания перепелов должна обеспечивать своевременный воздухообмен, удаление вредных газов (аммиака, углекислого газа) и поддержание оптимального уровня влажности. Концентрация аммиака не должна превышать 0,015 мг/л, а углекислого газа – 0,5%. Влажность воздуха в оптимальном диапазоне составляет 60-70%. Слишком высокая влажность способствует развитию патогенной микрофлоры, а слишком низкая – ведет к пересыханию слизистых оболочек и респираторным заболеваниям [10,11,12].

Регулярный ветеринарный осмотр и профилактические мероприятия являются неотъемлемой частью успешного перепеловодства. Своевременное выявление и купирование заболеваний, вакцинация (при необходимости) и дезинфекция помещений позволяют минимизировать риски падежа птицы и снижения экономических показателей. Особое внимание следует уделять контролю за такими заболеваниями, как сальмонеллез, колибактериоз, пастереллез и паразитарные инвазии [4, 6].

1. Температурный режим и влажность воздуха:

Для обеспечения оптимального развития и продуктивности перепелов породы Фараон критически важным является поддержание стабильного температурного режима. В первые дни жизни цыплятам необходима температура в диапазоне 34-36 °C, создающая комфортные условия для терморегуляции и адаптации. По мере роста птицы этот показатель постепенно снижается, достигая 20-22 °C для взрослых особей. Резкие колебания температуры недопустимы, поскольку они могут спровоцировать стресс, повышенную восприимчивость к заболеваниям и снизить показатели роста и яйценоскости.

Параллельно с температурой, следует уделять внимание относительной влажности воздуха. Оптимальный уровень составляет 55-70%. Превышение этого диапазона, особенно при недостаточно эффективной вентиляции, может привести к скоплению влаги, развитию патогенных микроорганизмов и ухудшению санитарного состояния подстилки. Низкая влажность (менее 50%) увеличивает риск обезвоживания птицы, раздражения дыхательных путей и способствует пылеобразованию, что негативно сказывается на здоровье пернатых.Вентиляция: Эффективная вентиляция необходима для поддержания чистоты воздуха, удаления вредных газов (CO_2, NH_3, H_2S) и избыточной влаги. Системы вентиляции должны обеспечивать постоянный приток свежего воздуха без создания сквозняков.

2. Освещение и плотность посадки

Освещение для перепелов породы Фараон требует особого подхода. В отличие от многих других видов сельскохозяйственных птиц, им необходим относительно короткий световой день, составляющий 14-16 часов в сутки. Это стимулирует естественные биологические ритмы птицы и способствует нормальному развитию и продуктивности. Интенсивность освещения должна быть умеренной, в пределах 20-30 люкс (лк), чтобы избежать излишнего возбуждения, стресса и агрессии среди птиц.

Соблюдение оптимальной плотности посадки является еще одним важным фактором. Для перепелов Фараон рекомендуется содержать не более 40-50 голов на 1 квадратный метр. Превышение этой нормы приводит к усилению конкуренции за кормовые и питьевые ресурсы, повышению уровня стресса, увеличению случаев каннибализма и, как следствие, к росту заболеваемости. Перенаселенность также затрудняет поддержание чистоты и сухости подстилки.

3. Вентиляция и качество воздуха

Эффективная система вентиляции играет ключевую роль в поддержании здоровой микросреды в птичнике. Ее основная задача – обеспечение постоянного притока свежего воздуха, обогащенного кислородом, и удаление продуктов жизнедеятельности птицы, таких как углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3) и сероводород (H_2S). Уровни этих газов в воздухе должны строго

контролироваться и не превышать установленных предельно допустимых концентраций (ПДК): 0,25% для CO2, 15 мг/м³ для NH3 и 5 мг/м³ для H2S. Высокие концентрации аммиака и сероводорода не только раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, но и могут привести к бронхитам, пневмонии и общему снижению иммунитет. Важно, чтобы вентиляция обеспечивала циркуляцию воздуха без создания сквозняков, которые могут негативно сказаться на здоровье птицы.

4. Полы, подстилка и рацион кормления

При напольном содержании перепелов используются натуральные подстилочные материалы, такие как сухие опилки или древесная стружка. Ключевое требование к подстилке – поддержание ее в сухом и рыхлом состоянии. Регулярная замена или подсыпка нового материала предотвращает слеживание, скопление влаги и развитие плесневых грибков, которые могут быть источником заболеваний.

Рацион кормления перепелов должен быть тщательно сбалансирован и соответствовать возрастным потребностям птицы. Для цыплят-бройлеров и взрослых особей используются специализированные комбикорма, содержащие оптимальное соотношение белка, энергии, витаминов и минералов. В данном исследовании дополнительно применялась биологически активная добавка «хлорелла», известная своими иммуностимулирующими и антиоксидантными свойствами, способствующими укреплению здоровья птицы. Смена типов комбикормов осуществляется согласно рекомендациям производителей, что гарантирует полное удовлетворение пищевых нужд перепелов.

Качество воды

Безупречное качество питьевой воды является неотъемлемым условием для поддержания здоровья и высокой продуктивности перепелов. Вода должна быть чистой, свежей, лишенной посторонних запахов и привкусов. Проведенный физико-химический анализ воды подтвердил ее полное соответствие требованиям ГОСТ. Показатели, такие как привкус, запах, цветность, прозрачность, водородный показатель (pH), а также содержание аммиака, нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, общего железа и общая жесткость, находились в пределах допустимых значений. Это свидетельствует о том, что обеспечиваемая в хозяйстве питьевая вода безопасна для птицы и полностью удовлетворяет ее физиологические потребности.

Качество питьевой воды имеет огромное значение для здоровья и продуктивности перепелов. Вода должна быть чистой, свежей, без посторонних запахов и привкусов. Анализ физико-химических показателей воды показал:

Показатель	Проба воды	Величина допустимого уровня по ГОСТ	Соответствие норме
Привкус, баллы	0	2	Соответствует
Прозрачность, см	35	Не менее 30	Соответствует
Запах, балл	0	Не более 2	Соответствует
Цветность, (град.)	менее 5	20	Соответствует
Водородный показатель (pH)	6.8	6.0-9.0	Соответствует
Аммиак, мг/л	0.05	до 0.1	Соответствует
Нитриты, мг/л	менее 0.001	до 0.02	Соответствует
Нитраты, мг/л	25	до 45	Соответствует
Хлориды, мг/л	150	до 350	Соответствует
Сульфаты, мг/л	60	не более 500	Соответствует
Железо общее, мг/л	0.2	0.3	Соответствует
Общая жесткость, мг экв/л	8	7.0-10.0	Соответствует

Результаты анализа подтверждают, что качество воды в исследуемом хозяйстве соответствует ГОСТ, обеспечивая безопасность и удовлетворяя физиологические потребности птицы.

Исследование состояния содержания перепелов породы Фараон подтвердило полное соответствие установленным зоогигиеническим нормам. Микроклиматические параметры, включая температуру воздуха, влажность и вентиляцию, поддерживаются на оптимальном уровне, что исключает возникновение стресса у птицы и способствует ее стабильному росту. Особое внимание уделяется качеству рационов кормления. Применение сбалансированных комбикормов, обогащенных необходимыми макро- и микроэлементами, является залогом крепкого здоровья и высокой продуктивности.

Внедрение в рацион перепелов культуры «хлореллы» оказывает заметное положительное влияние на их физиологическое состояние. Как показывает практика, «хлорелла» выступает в роли естественного пребиотика, стимулирует иммунную систему и улучшает процесс пищеварения. Это, в свою очередь, приводит к более эффективному усвоению питательных веществ, снижению заболеваемости и, как следствие, повышению мясной и яичной продуктивности.

Поддержание оптимальных условий окружающей среды, помимо зоогигиенических параметров, включает и соблюдение санитарных норм. Регулярная дезинфекция помещений, своевременная уборка и обеспечение птицы чистой питьевой водой, соответствующей установленным стандартам, минимизируют риски возникновения инфекционных заболеваний. Такой комплексный подход к организации содержания создает предпосылки для получения продукции высокого качества, отвечающей всем требованиям потребителей.

Таким образом, результаты проведенного исследования демонстрируют, что систематический контроль и строгое соблюдение высоких агротехнических стандартов, включая сбалансированное кормление и оптимальные условия содержания, являются решающими факторами для обеспечения экономической эффективности перепеловодства. Данные мероприятия позволяют не только укрепить здоровье птицы, но и значительно повысить ее продуктивность, что, в свою очередь, способствует устойчивому развитию отрасли.

Список литературы

13. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
14. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
15. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
16. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
17. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
18. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
19. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
20. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
21. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
22. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
23. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
24. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.034/637.051/637.054/637.057

Зиатдинова Н.В., Стенькин А.В.
Марийский государственный университет, г Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ РАЗДОЯ ПО ПЕРВОЙ ЛАКТАЦИИ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ ЛИТОВСКОЙ ТЯЖЕЛОУПРЯЖНОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. Лошади позднеспелые животные с невысокой плодовитостью и поэтому должны использоваться в молочном коневодстве продолжительное время, чтобы обеспечивать рентабельность отрасли. В центральной России кобылье молоко получают от тяжеловозных пород лошадей, в том числе от литовских тяжеловозов. Они являются высокопродуктивными животными. При интенсивном раздое по первой лактации у них может сокращаться пожизненный удой и снижаться продолжительность продуктивного использования. Исследования показали, что оптимальным уровнем раздоя для кобыл литовской тяжеловозной породы является 3001-4000 кг молока. При этом уровне раздоя от кобыл получают максимально высокий пожизненный удой 24403,66 и наибольшее количество молочного жира и молочного белка. Если раздой по первой лактации увеличивался до 6000 кг молока и выше, то у кобыл исследуемой породы уменьшался возраст продуктивного использования и снижался пожизненный удой.

Ключевые слова. Раздой, пожизненный удой, продолжительность хозяйственного использования, продуктивное долголетие.

Введение. В молочном коневодстве из-за невысокой плодовитости и позднеспелости лошадей большое значение имеет продолжительность их хозяйственного использования (ПХИ) [1]. В центральной части России наиболее перспективными для производства молока являются тяжеловозные породы лошадей, в том числе литовская тяжеловозная порода [5]. Молочная продуктивность кобыл литовской тяжеловозной породы увеличивается в процессе онтогенеза с первой по пятую лактацию включительно [3]. Высокий уровень удоев за лактацию сохраняется у животных этой породы до 10-12 лактации [3]. Увеличение молочной продуктивности кобыл и продление сроков их хозяйственного использования зависит, в том числе от уровня продуктивности кобыл за первую лактацию. Интенсивный раздой кобыл во время первой лактации может стать причиной сокращения сроков их хозяйственного использования из-за больших нагрузок на развивающийся не полностью окрепший организм животных [6]. В большей мере это относится к кобылам литовской тяжеловозной породы, которые являются мировыми лидерами в молочной продуктивности среди всех пород лошадей [4,5]. Обладая хорошей молокообразующей системой, эти высокопродуктивные животные вынуждены зачастую использовать тканевые резервы своего организма для синтеза молока, что может снижать в будущем срок их хозяйственного использования и пожизненный удой [7].

Цель настоящей работы. Целью нашего исследования было определение такого уровня раздоя по первой лактации кобыл литовской тяжеловозной породы, которое не снижало бы их продуктивное долголетие.

Материал и методы исследований. Молочная продуктивность кобыл изучалась по журналам учета молока на племенном кумысном комплексе ЗАО Племзавод «Семеновский» Республики Марий Эл. Всего были учтены данные по 166 кобылам литовской тяжеловозной породы, выбывшим из состава дойного табуна. Учет удоев от дойных кобыл осуществляли методом контрольных доений, которые проводились два раза в месяц, суточную молочную продуктивность определяли по формуле И. А. Сайгина [2]. Период хозяйственного использования (ПХИ) кобыл определяли с момента первой выжеребки до выбраковки из маточного состава или вынужденного забоя животного. Возраст исследованных кобыл в лактациях составлял от первой до 21 лактации. Образцы проб молока отбирали согласно ГОСТ 26809-85. Массовую долю жира (МДЖ) в молоке определяли по ГОСТ 5867-90 – Молоко и молочные продукты, массовую долю белка (МДБ) в молоке кобыл определяли согласно ГОСТ 23327-98 – Молоко и молочные продукты.

Результаты исследований. Вначале мы подсчитали средний расчетный удой кобыл литовской тяжеловозной породы за первую лактацию, средний пожизненный удой, среднюю продолжительность хозяйственного использования (ПХИ) животных и среднее количество лактаций (таблица 1). Исследования показали, что кобылы литовской тяжеловозной породы могут доиться до 21 лактации включительно и производить до 88138 кг молока в течение своей жизни. По таким показателям, как продолжительность хозяйственного использования, количество лактаций и пожизненный удой, селекция среди кобыл тяжеловозных пород не проводилась, поэтому по данным признакам наблюдается очень высокий уровень изменчивости (74,52-84,27 %), особенно по показателям пожизненного удоя (84,27 %).

Таблица 1 – Расчетный средний удой за первую лактацию, средний пожизненный удой и ПХИ

Показатели	M±m	Lim: min-max	б	C_v, %
Средний расчетный удой за первую лактацию, кг	3456,48±94,63	940-7479	1219,21	35,27
Средняя ПХИ, лактаций	6,48±0,37	1-23	4,83	74,52
Среднее количество лактаций	5,34±0,32	1-21	4,07	76,17
Средний пожизненный удой, кг	20970,52±1371,65	940-88138	17672,57	84,27

В наших исследованиях выяснилось, что больше половины кобыл выбраковывалось после первых четырех лактаций – 53,01 % – в результате низкой молочной продуктивности и нарушений воспроизводительной функции. После первой лактации выбраковывалось 18,67 % кобыл, после второй – 15,06 %, после третьей – 10,24 % и после четвертой – 9,04 % животных.

Между удоем за первую лактацию и пожизненным удоем в исследуемой популяции кобыл наблюдалась небольшая положительная корреляция (r = +0,18). Наследуемость пожизненного удоя оказалась очень низкой, практически нулевой.

Чтобы определить, как влиял уровень раздоя кобыл на их пожизненную продуктивность, все животные были распределены по шести группам в зависимости от величины удоя за первую лактацию: в первой группе были кобылы с удоем от 1001 до 2000 кг, во второй группе – от 2001 до 3000 кг, в третьей группе – от 3001 до 4000 кг, в четвертой группе – от 4001 до 5000 кг, в пятой группе с удоем от 5001 до 6000 кг, в шестой группе с удоем более 6000 кг молока.

В таблице 2 приведены данные по среднему пожизненному удою, среднему расчетному удою за первую и за наивысшую лактацию кобыл литовской тяжеловозной породы в каждой из сформированных групп. При анализе продолжительности хозяйственного использования кобыл с разным уровнем интенсивности раздоя за первую лактацию мы за контроль взяли животных, удой которых за первую лактацию находился в пределах 1001-2000 кг молока или кобыл первой группы. По показателям наивысшего удоя за лактацию за период хозяйственного использования в обследованном поголовье установлено преимущество за кобылами, раздоенными за первую лактацию свыше 6000 кг молока.

Таблица 2 - Расчетный удой в среднем за лактацию и наивысшую лактацию кобыл литовской тяжеловозной породы

Группы	n, голов	Средний пожизненный удой, кг	Средний удой за первую лактацию, кг	Средний удой за наивысшую лактацию, кг
1	17	10210,13±2100,01	1511,20±88,94	3595,33±501,91
2	45	20149,40±2371,52	2514,55±48,28	4067,00±191,65
3	47	24403,66±2508,56	3487,04±44,82	4739,66±156,37
4	42	23350,76±3264,32	4461,93±44,12	5121,50×145,04
5	10	14236,00±5100,78	5205,10±67,69	5432,40±135,41
6	5	23609,00±3977,68	6299,00±135,64	6299,00±135,64

Они имели средний удой за наивысшую лактацию в 6299,00 кг, что больше удоя кобыл всех остальных групп. В свою очередь показатели пожизненного удоя были выше у кобыл, раздоенных по первой лактации от 3001 кг до 4000 кг молока. У кобыл, раздоенных от 4001 до 5000 кг и выше 6000 кг пожизненные удои уменьшались, соответственно, на 1053 кг и 794 кг или на 4,31 % и 3,25 %. Кобылы, раздоенные по первой лактации от 5001 до 6000 кг молока, снижали пожизненный удой на 10167,66 кг или на 41,66 %.

Массовая доля жира в молоке кобыл исследуемой породы составляла 1,85 %, белка – 2,03 %. Анализируя показатели массовой доли жира и белка в молоке кобыл подопытных групп (табл. 3), можно отметить, что наиболее высокой МДЖ была у животных, раздоенных по первой лактации до 2000 кг молока – 3,88 %, а МДБ у кобыл, раздоенных до 3000 кг.

В то же время по количеству молочного жира и молочного белка, произведенного животными с молоком за все время их хозяйственного использования, кобылы, имевшие при первой лактации удой от 3001 до 4000 кг молока, произвели и того и другого больше, чем у кобыл всех других групп.

Таблица 3 – Массовая доля жира и количество молочного жира, полученного от кобыл с разным уровнем раздоя по первой лактации

Группы	n, голов	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
1	17	1,88	2,03	191,95	207,26
2	45	1,87	2,04	376,79	411,05
3	47	1,85	2,03	451,47	495,39
4	42	1,84	2,02	429,65	471,68
5	10	1,81	2,02	257,67	287,57
6	5	1,80	2,01	424,96	474,54

ПХИ кобыл литовской тяжеловозной породы и количество полученных от них лактаций представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Продолжительность хозяйственного использования кобыл и количество у них лактаций в зависимости от интенсивности раздоя

Группы	n, голов	ПХИ, лет	Количество лактаций, лакт.
1	17	4,53±0,74	3,67±0,64
2	45	6,71±0,68	5,64±0,58
3	47	7,42±0,73	6,23±0,61
4	42	6,69±0,86	5,36±0,71
5	10	3,40±1,16	2,90±1,07
6	5	7,25±1,03	5,00±0,91

Наибольшая продолжительность хозяйственного использования кобыл литовской тяжеловозной породы наблюдалась у животных, раздоенных по первой лактации от 3001 до 4000 кг молока. Животные этой же группы достоверно доились дольше всех остальных кобыл – 6,23 лактации.

Приведенные данные по интенсивности раздоя кобыл по первой лактации свидетельствуют о значительных различиях по долговечности животных сравниваемых групп. Наименьший срок хозяйственного использования животных наблюдался по группе кобыл, раздоенных от 5001 до 6000 кг – 3,4 года и 2,9 лактации. А наивысшая продолжительность продуктивного использования – 7,42 года и 6,23 лактации отмечена у животных, раздоенных от 3001 до 4000 кг молока. Исследования показали, что животные, раздоенные в первую лактацию свыше 4001 кг молока до 6000 кг и более, имели несколько сниженный срок хозяйственного использования. Большое количество молока, секретируемое в молочных железах высокопродуктивных кобыл, инициировало в организме этих животных более интенсивные обменные процессы, к которым не был готов их еще не окрепший организм. В результате такие кобылы оказываются затем в конкретных хозяйственных условиях не приспособленными к длительному продуктивному использованию, что приводит к их преждевременному выбытию из дойного табуна. Их дальнейшее пребывание в дойном табуне зависит в большей степени от средовых факторов, так как высокопродуктивные кобылы в сложившихся условиях кормления и содержания чаще, чем животные со средними показателями продуктивности, подвержены различным заболеваниям и нарушениям воспроизводительной функции.

Вывод. Оптимальным уровнем раздоя кобыл литовской тяжеловозной породы по первой лактации являлся раздой от 3001 до 4000 кг молока. Интенсивный раздой кобыл исследуемой породы по первой лактации свыше 4000 кг молока приводил к сокращению продолжительности хозяйственного использования животных и уменьшению их пожизненного удоя.

Научный руководитель - Чиргин Е Д., д-р с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Капустина, В.Р. Современное состояние коневодства в России / В.Р. Капустина, А.П. Виноградова // В сборнике: Научные достижения и практические решения в зоотехнии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, представителей государственных структур и бизнес-сообществ. Курск, 2025.- С. 37-41.
2. Сайгин, И.А. Зоотехнические основы молочного коневодства (экспериментальные исследования по молочному коневодству Башкирской АССР): И.А. Сайгин.- автореф. дис. … докт. с.-х. наук. – Л., 1962. - 32 с.

3. Чиргин Е.Д. Анализ количественных показателей молочной продуктивности кобыл советской, русской и литовской тяжеловозных пород / Е.Д. Чиргин, В.Г. Семенов // Вестник Чувашского ГАУ.- 2023.- № 2(25).- С. 152-159.
4. Чиргин, Е.Д. Молочная продуктивность и доение кобыл. / Е.Д. Чиргин, В.Г. Семенов.- Монография.- Чебоксары: ООО «Крона 2», 2019.- 112 с.
5. Чиргин Е.Д. Характеристика кобыл молочного типа литовской тяжеловозной породы / Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe.- 2015.- Т. 2.- № 3.- С. 98-102.
6. Influence of Increasing the Milk Yield for the First Lactation of the Lithuanian Heavy Draft Horses on Their Productive Longevity / E. D. Chirgin at al. // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Volume 5.- № 381/- 2019.- 43 – 47.
7. The Relation of Productive Longevity of Lithuanian Heavy Draft Mares with the Udder Capacity / E. D. Chirgin at al. // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Volume 5.- № 381/- 2019.- 23 – 28.

УДК 637.04/637.043/637.045/637.052/637.146.23

Купсольцева А.А., Стенькин А.В.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ДОЕНИЕ КОБЫЛ

Аннотация. При доении кобыл применяется ручное или механизированное доение доильными аппаратами. Также существует бесподсосное доение (без жеребенка) и подсосное доение кобыл, когда для стимуляции молокоотдачи кобыл используют «дежурного» жеребенка. Ручное доение физиологически больше похоже на сосание жеребенка, поэтому при ручном доении у большинства кобыл проявляется рефлекс молокоотдачи. При доении доильным аппаратом многие кобылы не «отдают» молоко. При этом уменьшается удой и значительно снижается жирность молока. Для бесподсосного доения кобыл разработан доильный станок цепочка. А для подсосного доения кобыл разработан доильный станок ДДУ-2. Кобыл доили доильным аппаратом ДДА-2, двухтактным, двухрежимным, автоматическим. В настоящее время разработан более современный и удобный доильный аппарат Золушка-К. Для лучшего доения сосковая резина в новом доильном аппарате заменена силиконом с лучшими технологическими характеристиками.

Ключевые слова: кобылы, доение, доильные аппараты, рефлекс молокоотдачи, сосковая резина.

Введение. Несмотря на достаточно узкую сферу применения кобыльего молока и кумыса и ограниченный спрос на эти продукты, использование кобыльего молока рекомендовано при различных заболеваниях и патологических состояниях людей благодаря его уникальному биохимическому составу, обусловливающему целый комплекс ценных диетических, противотуберкулезных, гипоаллергенных и других полезных свойств, способствующих профилактике и терапии ряда недугов.

Производство кобыльего молока организовано на кумысных фермах, где доят для этой цели кобыл. Доение кобыл значительно отличается от доения коров и имеет свои особенности. Так, вымя у подавляющего большинства кобыл (95 %) так же, как у коров, образовано четырьмя молочными железами [12]. Но сосков у кобыл только два [12]. Объем вымени у кобыл небольшой – 1-3 литра – значительно меньше, чем у коров [11,12]. Но скорость образования молока в железистой ткани вымени у кобыл выше, чем у коров, поэтому кобыл приходится доить через каждые 2-3 часа [3,13]. Скорость молокоотдачи у кобыл также значительно выше, чем у коров, от 2 до 9 литров в минуту [9,12]. Если коровы в среднем выдаиваются в течение пяти минут, то кобылы доятся в среднем одну минуту [9,12]. При этом, цистернальное молоко у кобыл составляет 10-15 %, а альвеолярное – 85-90 % [12]. От начала доения до начала второй, нейрогуморальной фазы молокоотдачи в среднем проходит 30 секунд [12]. Получается, что основная часть молока выделяется из вымени за 30 секунд. Все эти особенности доения кобыл требуют определенных систем доения и способов доения, которые будут рассмотрены в данной статье.

Основная часть. Традиционно доение кобыл осуществлялось вручную, в ряде хозяйств, особенно на сезонных кумысных фермах, и сейчас применяют ручное доение кобыл. Отчасти потому, что обычно доили малое количество кобыл в небольших частных хозяйствах. Но в значительной мере по той причине, что большинство кобыл не «отдают» молоко без жеребенка. Дело в том, что именно сосание жеребенка вызывает у кобыл выделение окситоцина из гипофиза и выведение из вымени альвеолярного молока. Поэтому приходится при доении использовать жеребенка для стимуляции молокоотдачи у кобыл. Что вызывает определенные неудобства: нужно сначала подпустить жеребенка к вымени, затем убрать жеребенка, обработать после него вымя.

А при ручном доении воздействие рук на соски очень близко к воздействию на них жеребенка при сосании. Поэтому у многих кобыл при ручном доении проявляется рефлекс выведения молока из вымени. Система доения кобыл из доильных станков, поставленных в ряд друг за другом для бесподсосного доения получила название «цепочка» (рисунки 1 и 2).

Рисунок 1 – Система «цепочка». Ручное доение.

Ручное доение физиологически максимально приближено к воздействию на вымя жеребенка, так как жеребенок во время сосания вымени «выжимает» языком из соска молоко, так же, как во время ручного доения [1,5]. Поэтому многие кобылы легче привыкают к бесподсосному доению (без жеребенка) при ручном доении, чем при механизированном. Бесподсосное доение кобыл организовать проще и быстрее, чем при участии жеребенка.

При механизации процесса доения были попытки создать доильный аппарат «выжимающего» типа, который напоминал бы сосание теленка или жеребенка, но это оказалось очень сложно и неудобно [10]. Поэтому более широкое применение получили доильные аппараты «отсасывающего» типа. Ряд исследователей считают, что по эффективности вывода молока из вымени коров первое место занимает телёнок с его сосательным механизмом, на второе место они ставят ручное доение, и только на последнем третьем месте – широко распространённый во всём мире доильный аппарат отсасывающего типа [1,4,6].

Механизированное доение кобыл при помощи доильных аппаратов увеличивает молочную продуктивность кобыл на 20-25 % по сравнению с ручным доением, Так как молокоотдача у кобыл очень сильная, но короткая и вручную не удается выдоить все молоко [7].

Рисунок 2 – Система «цепочка» Механизированное доение «в бачок»

По сравнению с коровами, кобыл начали доить доильными аппаратами относительно недавно. Поэтому у абсолютного большинства кобыл при доении аппаратом без участия жеребенка выдаивается только цистернальное молоко, так как окситоцин выделяется в кровь только в ответ на воздействие на соски жеребенка или похожих на него воздействий руками при ручном доении.

Качество надоенного молока при бесподсосном доении доильным аппаратом значительно отличается от молока, полученного при подсосном механизированном доении. Содержание белка и лактозы в цистернальном и альвеолярном молоке у кобыл практически не различается [12]. А содержание жира в цистернальном молоке менее одного процента [12]. А в альвеолярном кобыльем молоке содержание жира два и более процентов [12]. Поэтому там, где практикуют механизированное бесподсосное доение, жирность молока не превышает одного процента [8]. А при подсосном доении доильными аппаратами жирность молока составляет 1,8-2,0 % [3,9,13]. Для осуществления подсосного доения кобыл во ВНИИ коневодства был разработан доильный станок ДДУ-2М (рисунки 3 и 4).

Рисунок 3 – Доильная установка ДДУ-2М

Доильная установка ДДУ-2М состоит из двух параллельных станков, соединенных между собой, между которыми помещается оператор машинного доения. С другой, внешней стороны доильных станков располагаются специальные загончики для жеребят, которые должны стимулировать молокоотдачу у кобыл во время доения. Этих жеребят называют «дежурные», так как они дежурят во время доения и сосут молоко у кобыл. Все кобылы группы приучаются отдавать молоко именно на этих жеребят. Доярка в начале доения открывает специальную штору и допускает жеребенка к вымени кобылы. Жеребенок захватывает ближний к себе сосок, а второй сосок кобылы контролирует доярка (рисунок 4).

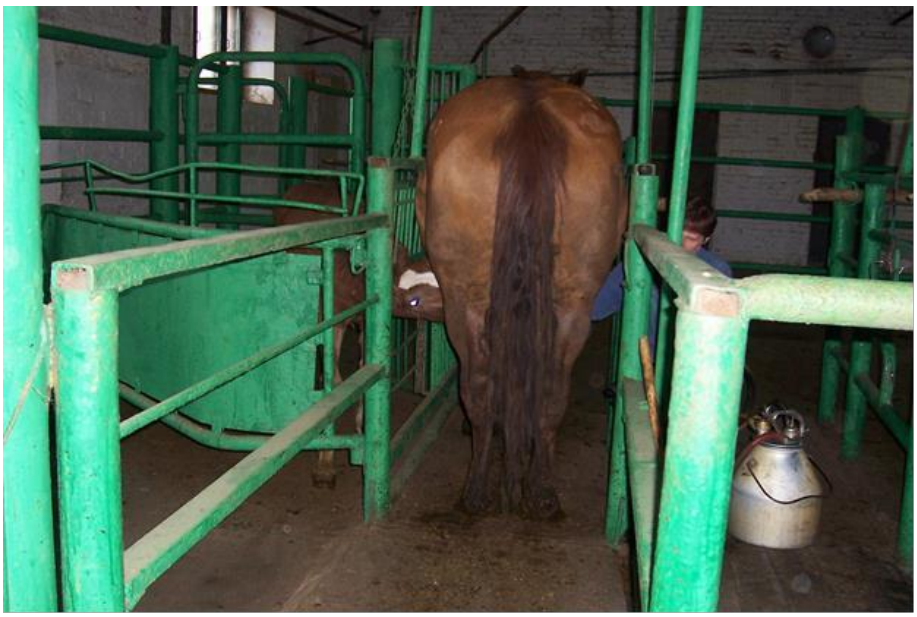


Рисунок 4 – Дежурный жеребенок сосет один сосок, а доярка контролирует другой сосок

Как только начинается вторая, нейрогуморальная фаза молокоотдачи и сосок быстро наполняется молоком, доярка отгоняет жеребенка, закрывает штору, дезинфицирует соски и надевает доильный аппарат.

Для механизированного доения кобыл во ВНИИ коневодства был разработан доильный аппарат ДДА-2 (двухтактный двухрежимный автоматический). В начале доения, пока не началась вторая фаза молокоотдачи, аппарат работал в двухтактном режиме (сжатие, всасывание) [2]. Как только начиналась вторая фаза молокоотдачи, аппарат автоматически переключался в режим непрерывного отсоса молока, а когда поток молока ослабевал, снова переключался в двухтактный режим работы. Сосков у кобыл два, поэтому у аппарата два доильных стакана. Соски у кобыл отличаются от сосков коров. Они короче, чем у коров и имеют форму конуса, сплюснутого с боков. Поэтому форма доильных стаканов у доильного аппарата ДДА-2 напоминает соски кобыл. Доильные стаканы короче, чем доильные стаканы для коров, они конической формы и немного сплюснуты с боков (рисунок 5).

Рисунок 5 – Форма доильных стаканов у аппарата ДДА-2

А отверстие в сосковой резине не круглое, как у аппарата для коров, а в форме узкой щели. Конечно, этот доильный аппарат также не был лишен своих недостатков. Например, доильные стаканы были непрозрачные. Конечно, применяли прозрачные шланги для отвода молока, но когда

счет идет на секунды (кобылы доятся в среднем 30 секунд) постоянно переводить взгляд не совсем удобно.

Поэтому в настоящее время во ВНИИ коневодства разработан новый доильный аппарат для кобыл «Золушка-К» [8]. У него модернизировали пульсатор и коллектор, так что он работает при уменьшенном режиме вакуума, поэтому нет вредного влияния вакуума на кожу сосков кобыл. Доильные стаканы сделали прозрачными, а сосковая резина изготовлена из силикона, что обеспечивает ей большую долговечность и лучшие характеристики взаимодействия с кожей сосков кобыл.

Заключение. Механизированное доение кобыл доильными аппаратами увеличивает их молочную продуктивность на 20-25 % по сравнению с ручным доением.

Механизированное доение значительно отличается от сосания вымени жеребенком и от ручного доения, поэтому для стимуляции рефлекса молокоотдачи у кобыл применяется подсосное доение с дежурными жеребятами.

При бесподсосном доении кобыл доильными аппаратами у большинства кобыл не проявляется рефлекс молокоотдачи, при этом снижается удой и значительно уменьшается массовая доля жира в молоке.

В настоящее время для доения кобыл вместо морально устаревшего доильного аппарата ДДА-2 разработан доильный аппарат Золушка-К.

Научный руководитель - Чиргин Е.Д., д-р с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Андрианов, Е.А. Методика определения физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на соски вымени коровы с использованием прибора «pulsotest comfort» / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, В.В. Труфанов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета.- 2019.- Т. 12.- № 3 (62).- С. 47–53.
2. Анисько, П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима машинного доения коров при автоматическом регулировании вакуума : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13; 16.00.08 / П.Е. Анисько ; Белорус. НИИ животноводства. – Жодино. – 1998. – 22 с.
3. Взаимосвязь удоя с кратностью доения и состава молока кобыл с полноценностью молокоотдачи / М.С. Ухов, А.В. Онегов, Е.Д. Чиргин, А.В. Ульянова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2016.- № 18.- С. 189-192.
4. Краснов, И.Н. Основные проблемы машинного доения коров / И.Н. Краснов, А.Ю. Краснова, В.В. Мирошникова // Вестник аграрной науки Дона.- 2023.- Т. 16.- № 3 (63).- С. 58–70.
5. Краснов, И.Н. Физиологическая система лактации и пути её интенсификации / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, Н.А. Дербенский // XV съезд Всесоюзного физиологического общества им. И.П. Павлова. Ленинград: Наука, 1987.- Т. 2.- С. 580.
6. Подготовка нетелей к лактации путем массажа вымени / Е.И. Токарева, Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 65-й студенческой научной конференции. Воронеж, 2014.- С. 124–126.
7. Рекомендации по технологии молочного коневодства в условиях конюшенного содержания лошадей / М.С. Мироненко [и др.].-ВНИИ коневодства, 1991.- 42 с.
8. Технологический процесс доения кобыл апробация доильного аппарата «золушка-К» / А.М. Зайцев, А.А. Ганеев, М.А. Матвиенко, А.А. Родионова // Коневодство и конный спорт.- 2021.- № 2.- С. 10-12.
9. Ухов, М.С. Взаимосвязь удоя и скорости выведения молока у кобыл / М.С. Ухов, Е.Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2017.- № 19.- С. 234-236.
10. Чехунов, О.А. Физиологически адаптивный доильный аппарат / О.А. Чехунов // Проблемы и решения современной аграрной экономики. Белгород, 2017. Т. 1. С. 125−126.
11. Чиргин, Е.Д. Влияние регулярного доения кобыл на размер и форму их вымени / Е.Д. Чиргин, А.В. Онегов, Е.В. Щедрина // Зоотехния.- 2025.- № 1.- С. 36-40.
12. Чиргин, Е.Д. Зоотехнические основы интенсификации производства кобыльего молока на стационарных кумысных фермах. Автореферат дисс. ... докт. с.-х. наук: 06.02.10.- Йошкар-Ола,- 2019.- 42 с.
13. Chirgin, E.D. Changes in milk yield, fat and protein mass fractions in mares' milk within 24 hours / E.D. Chirgin at al. // Conf. Series: Earth and Environmental Science.- 2019.- 315.

УДК 637.04/637.043/637.045/637.052/637.146.23

Пыркина Ю.А., Купсольцева А.А., Сидоров А.В.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

СОСТАВ МОЛОКА КОБЫЛ

Аннотация. Свойства кобыльего молока и кумыса довольно сильно зависят от химического состава получаемого при доении от кобыл молока. В статье рассматривается своеобразие химического состава кобыльего молока. Анализируются результаты исследований состава молока у русской тяжеловозной породы и литовской тяжелоупряжной породы в закрытом акционерном обществе Племзавод «Семеновский» Республики Марий Эл. Приводится состав молока в разных отделах вымени и содержание жира и белка в разных фракциях разового удоя кобыл в этом же хозяйстве.

Ключевые слова: состав молока кобыл, белки, жиры, лактоза, кобылье молоко.

Введение. На нынешнем этапе развития агропромышленного комплекса и сельскохозяйственного производства молоко таких сельскохозяйственных животных, как овцы, кобылы и козы, занимает сравнительно незначительную долю рынка молочных продуктов и представлено крайне ограниченным ассортиментом молочной продукции, в то время как коровье молоко по-прежнему сохраняет лидирующие позиции и широкое распространение [7]. Но, несмотря на достаточно узкую сферу применения и ограниченный спрос, использование кобыльего молока рекомендовано при различных заболеваниях и патологических состояниях благодаря его уникальному биохимическому составу, обусловливающему целый комплекс ценных диетических, противотуберкулезных, гипоаллергенных и других полезных свойств, способствующих профилактике и терапии ряда недугов [5,6,11]. Кобылье молоко значительно отличается по составу от привычного коровьего и считается уникальным продуктом [1,2,8,13,14]. Его главная особенность – состав белков и высокое содержание сахара (лактозы), что делает его похожим на женское грудное молоко и идеальным сырьём для приготовления кумыса [4].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужили кобылы русской и литовской тяжеловозных пород в ЗАО Племзавод «Семеновский» Республики Марий Эл, химический состав их молока, а также анализ литературных источников по изучению состава и свойств кобыльего молока. Биохимический анализ молока от каждой кобылы проводили согласно общепринятым методам. Общий белок, лактозу, СОМО определяли с помощью рефрактометра по ГОСТ 25179-90, массовую долю жира – методом Гербера по ГОСТ 5867-90. Статистическую обработку данных исследований проводили на основе общепринятых статистических методов на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel 97. Достоверность полученных данных определяли по критерию Стьюдента.

Основная часть. Кобылье молоко имеет белый цвет с голубым оттенком и немного терпким вкусом [6]. Оно состоит из воды, в которой растворены белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, ферменты, витамины [10,12]. В составе кобыльего молока наблюдается значительная вариация содержания массовой доли жира [16,17,18]. По калорийности продукт имеет 41 ккал на 100 граммов [1].

Молоко кобыл содержит значительное количество питательных веществ, которые способствуют поддержанию здоровья и укреплению организма. Главное отличие кобыльего молока – это состав белков. Оно считается альбуминовым, так как в нем мало казеина (всего около 50% от общего белка), но много альбумина и глобулина. Благодаря этому при скисании оно не образует плотный сгусток, как коровье, а створаживается в нежные хлопья. Это делает его очень похожим на женское молоко и значительно легче для усвоения [5].

Кобылье молоко – продукт не имеющий продолжительного срока годности по сравнению с другими кисломолочными продуктами, даже при получении с соблюдением гигиенических правил и содержании в холодильной установке, максимальной срок его хранения – не более 3 суток. По соответствию с действующим ГОСТом кислотность кобыльего молока составляет в среднем 5-6 ºТ. А концентрация водородных ионов (pH) лежит в пределах нейтральной точки 7,0-7,2. Однако кислотность женского молока составляет 4-7 ºТ, а коровьего -16-18 ºТ [4].

Жира в кобыльем молоке заметно меньше, чем в коровьем (в среднем от 1,5 до 2,5%) и зависит от множества факторов. Однако этот жир богат незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами (линолевой и линоленовой), которые не вырабатываются организмом человека, поэтому считаются незаменимыми, и должны поступать с пищей. Эти кислоты чрезвычайно важны для здоровья сосудов и обладают противовоспалительными свойствами [2].

Молочного сахара в кобыльем молоке почти столько же, сколько и в женском – около 6,5-7,5 %. Это придает ему сладковатый вкус и создает идеальную среду для молочнокислого и спиртового

брожения при производстве кумыса [7]. В кобыльем молоке больше, чем в коровьем таких ферментов, как лактоферрин и пероксидаза, которые укрепляют иммунитет человека [19,20,21].

Кобылье молоко – это один из продуктов, который может похвастаться высоким содержанием витамина С (аскорбиновой кислоты). Один литр молока кобыл способен покрыть суточную потребность человека в этом витамине. Также в нем присутствуют витамины группы В (включая B_{12}), D, E и PP [4,11].

Молоко кобыл богато легкоусвояемым кальцием и фосфором, которые важны для костной ткани человека [5,8,11]. Из макроэлементов в нем много калия, есть натрий и магний [6,11,13]. Микроэлементы представлены медью, кобальтом, йодом, марганцем, кремнием и алюминием [6,13,14]. Научные работы единодушно указывают, что состав кобыльего молока не является постоянным, на него влияют такие факторы, как период лактации (состав молозива резко отличается от зрелого молока), сезон года и месяц лактации, условия кормления животных [2,3,4,9,15].

Следует подчеркнуть и тот факт, что только в кобыльем молоке отсутствуют трансизомеры жирных кислот, негативно влияющие на здоровье людей и способствующие повышению риска таких заболеваний как рак, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз [8].

Таким образом, невысокая калорийность (всего около 40-50 ккал на 100 граммов) в сочетании с богатым и сбалансированным составом делает кобылье молоко ценным диетическим продуктом, который часто рекомендуется для детского и лечебно-профилактического питания [4].

В Республике Марий Эл в ЗАО Племзавод «Семеновский» действует кумысно-племенной комплекс с поголовьем 420 лошадей. Продолжительность доения кобыл составляет в среднем семь месяцев, а удои молока в расчете на одну голову за лактацию достигают 3,5 тысяч литров. На племенном кумысном комплексе ЗАО Племзавод «Семеновский» Республики Марий Эл были изучены основные химические особенности кобыльего молока лошадей русской и литовской тяжеловозных пород (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав молока кобыл русской и литовской тяжеловозных пород, %

Показатели	M±m	Lim		σ	C_v
		min	max		
Литовская тяжеловозная порода					
Массовая доля жира	1,840±0,059**	0,03	3,60	0,597	12,85
Массовая доля белка	2,030±0,064**	0,85	2,82	0,468	7,91
Массовая доля казеина	1,088±0,039**	0,25	1,43	0,272	13,02
Массовая доля альбуминов и глобулинов	0,972±0,037**	0,15	1,39	0,282	13,25
Массовая доля лактозы	7,080±0,025*	6,80	7,45	0,370	5,08
Массовая доля СОМО	8,595±0,036*	7,50	10,10	0,331	10,85
Русская тяжеловозная порода					
Массовая доля жира	1,960±0,046**	0,01	3,75	0,605	9,71
Массовая доля белка	2,100±0,053**	0,92	4,12	0,545	7,67
Массовая доля казеина	1,059±0,026*	0,22	1,93	0,272	9,72
Массовая доля альбуминов и глобулинов	0,999±0,036*	0,33	2,60	0,347	10,37
Массовая доля лактозы	7,110±0,026*	6,88	7,54	0,374	5,12
Массовая доля СОМО	8,620±0,055*	6,96	10,40	0,336	8,67

*P < 0,01, ** P < 0,001

Массовая доля белка в молоке кобыл двух исследуемых пород отличалась незначительно. Больше белка содержалось в молоке русской тяжеловозной породы (P < 0,01). Изменчивость содержания белка в молоке кобыл русской и литовской тяжеловозных пород составляла, соответственно 7,67 % и 7,91 %. Количество казеина превышало содержание в молоке сывороточных белков на 11,93 % у литовских тяжеловозных кобыл (P < 0,001) и на 6,00 % у русских тяжеловозов (P < 0,01). Различия в содержании лактозы в молоке обеих изучаемых пород лошадей было минимальным (0,03 %), изменчивость содержания лактозы в молоке кобыл русской и литовской тяжеловозных пород также была минимальной. Массовая доля жира в молоке русских тяжеловозных кобыл составляла 1,96 % и превышала массовую долю жира у литовских тяжеловозов на 0,12 % в абсолютных единицах или была больше на 6,52 %. Разница была высоко достоверна (P < 0,001).

Состав молока у кобыл в течение суток не оставался постоянным. Очень большие изменения за суточный период у кобыл испытывала массовая доля жира в молоке. Самое низкое содержание жира в молоке кобыл всегда наблюдалось в 5-6 часов утра, во время первого утреннего доения, затем жирность молока повышалась в течение примерно шести часов до максимальной, в двенадцать часов дня, после чего массовая доля жира в молоке кобыл снижалась к 14.00 и оставалась стабильной до утра следующего дня [3].

В разных отделах вымени и разных фракциях удоя у кобыл двух исследуемых пород содержание белка и жира также значительно различалось (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание жира и белка в разных фракциях разового удоя у кобыл тяжеловозных пород, %

Состав молока	Фракции разового удоя			В общем разовом удое в среднем
	цистернальная	альвеолярная	остаточное молоко	
Русская тяжеловозная порода, n=50				
Массовая доля жира	0,55	2,23	2,58	1,96
Массовая доля белка	2,08	2,10	2,10	2,10
Литовская тяжеловозная порода, n=50				
Массовая доля жира	0,53	2,08	2,53	1,84
Массовая доля белка	2,01	2,05	2,04	2,03

Содержание белка в разных фракциях разового удоя кобыл обеих пород различалось незначительно. Цистернальная порция удоя составляла в среднем 17,22 % от разового удоя. Молочного белка в цистернальной порции удоя содержалось 17,04 %. Альвеолярная фракция удоя составляла 77,48 % и остаточного молока было 5,30 % от разового удоя. Количество молочного белка в этих порциях разового удоя равнялось, соответственно, 77,60 % и 5,36 %. Массовая доля жира в цистернальном молоке была в четыре раза ниже, чем в альвеолярном и в пять раз меньше, чем в остаточном молоке. Самым жирным было остаточное молоко в вымени кобыл.

Заключение. Подводя итоги, можно прийти к следующему выводу, что молоко кобыл, обладает лечебными свойствами. Кобылье молоко представляет собой особый вид молочного продукта, который содержит полезные биологически активные компоненты, легко переваривается, эффективно усваивается организмом человека и обладает рядом целебных действий. Со временем его применение в традиционной и официальной медицине для излечения различных недугов становится все более распространенным.

Кобылье молоко является необходимым сырьем для получения полезного продукта кумыса. Этот напиток известен своим благотворным и целебным воздействием на организм человека с незапамятных времен. А в Советском Союзе кумыс был признан лечебным продуктом.

В молоке кобыл русской тяжеловозной породы массовая доля жира и массовая доля белка была выше, чем в молоке литовских тяжеловозов. Содержание лактозы и СОМО в молоке обеих пород различались незначительно.

В течение суток массовая доля белка и лактозы изменялась незначительно, а изменчивость массовой доли жира была высокой.

В разных отделах вымени кобыл обеих исследуемых пород и, соответственно, в разных фракциях разового удоя массовая доля жира изменялась незначительно, а отличия в массовой доле жира были очень большие.

Научный руководитель - Чиргин Е.Д., д-р с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Айтимова, Д.Н. Исследование качества кобыльего молока как сырья для молочной промышленности / Д.Н. Айтимова, Т.Ч. Тултабаева, М.У. жонысова // Вестник Алматинского технологического университета.- 2018.- № 4(121).- С. 35-38.
2. Буркова, С.А. Удой и состав молока тяжеловозных кобыл / С.А. Буркова // Молодой исследователь: от идеи к проекту : материалы I студенческой научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 28 апреля 2017 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2017. – С. 90-93.
3. Взаимосвязь удоя с кратностью доения и состава молока кобыл с полноценностью молокоотдачи / М.С. Ухов, А.В. Онегов, Е.Д. Чиргин, А.В. Ульянова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2016.- № 18.- С. 189-192.
4. Зайцев, А.М. Технология производства кобыльего молока и его состав / А.М. Зайцев, Е.Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2023.- С. 474-478.
5. Имашева, А.Р. Польза кобыльего молока: состав и лечебные качества / А.Р. Имашева, К.Д. Фархутдинов // Международный студенческий научный вестник. – 2025. – № 2. – С. 44.
6. Канарейкина, С.Г. Лечебно-профилактические свойства кобыльего молока / С.Г. Канарейкина, А.А. Давыдова, В.И. Канарейкин // Животноводство и кормопроизводство.- 2016.- №3.- С.99-103.
7. Капустина, В.Р. Современное состояние коневодства в России / В.Р. Капустина, А.П. Виноградова // В сборнике: Научные достижения и практические решения в зоотехнии. Материалы Всероссийской научно-

практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, представителей государственных структур и бизнес-сообществ. Курск, 2025.- С. 37-41.
8. Куликов П.С. Химический состав и свойства молока разных видов животных.- Молодежь и наука.- 2020.- № 2.- С. 6.
9. Онегов, А.В. Совершенствование получения молока в молочном коневодстве / А.В. Онегов, Е.Д. Чиргин // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».- 2015.- С.34-38.
10. Павлова, А.И. Динамика изменения биохимического состава замороженного летнего и зимнего кобыльего молока при его хранении / А.И. Павлова // Вестник КрасГАУ.- 2014.- № 7.- С. 185-187.
11. Писарева, Н.А. Кобылье молоко - уникальный продукт, созданный природой / Н.А. Писарева, О.Н. Мирошниченко // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 29-34.
12. Региональные особенности состава и свойств кобыльего молока / Ю.А. Синявский [и др.] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН.- 2020.- №2.- С. 1-17.
13. Состав и свойства молока сельскохозяйственных животных различных видов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://fermer02.ru/animal/5173-sostav-i-svoystva-molokaselskohozyaystvennyh-zhivotnyh-razlichnyh-vidov.html (дата обращения 14.02.2026).
14. Химический состав молока разных животных [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.comodity.ru/domproduct/homemilk/2.html (дата обращения 14.02.2026).
15. Чиргин, Е.Д. Анализ количественных показателей молочной продуктивности кобыл советской, русской и литовской тяжеловозных пород / Е.Д. Чиргин, В.Г. Семенов // Вестник Чувашского ГАУ.- 2023.- № 2(25).- С. 152-159.
16. Чиргин Е.Д. Взаимосвязь массовой доли белка в молоке кобыл с ростом и развитием их жеребят / Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства Мосоловские чтения. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2011.- С. 115-116.
17. Чиргин, Е.Д. Молочная продуктивность лошадей-тяжеловозов / Е.Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2021.- № 23.- С. 342-350.
18. Чиргин Е.Д. Некоторые факторы, влияющие на содержание жира в молоке кобыл тяжеловозных пород / Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2011.- С. 116-117.
19. . Jenssen, H. Antimicrobial properties of lactoferrin / H. Jenssen, R.E.W. Hancock // Biochimie.- 2009.- № 91.- P. 19-29.
20. Lactoferrin a multiple bioactive protein: an overview / I.A. García-Montoya [et al.] // Biochimica et Biophysica Acta (BBA).- 2012.- № 1820.- P. 226-236.
21. Mode of action of lactoperoxidase as related to its antimicrobial activity: a review / F. Bafort [et al.] // Enzyme Res.- 2014.- № 51.- P. 61-64.

УДК 59.082.2/636.1/636.084

Сидоров А.В., Чемешева И.В.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЛОШАДЕЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В СОРЕВНОВАНИЯХ

Аннотация. Правильное кормление является одним из ключевых факторов, определяющих здоровье, производительность и долголетие лошади. Наука о питании лошадей, или ветеринарная нутрициология, изучает потребности животных в питательных веществах на разных этапах жизни и при различных нагрузках. Эта статья рассматривает основные принципы кормления, анализирует компоненты рациона, а также современные подходы к созданию сбалансированных кормов и добавок. Особое внимание уделяется влиянию питания на спортивные достижения

Ключевые слова: лошади, спортивные породы, кормление, рацион, кормовые добавки

Введение. Разведение лошадей является важной частью сельского хозяйства, спорта и культуры не только в нашей стране, но и в других странах мира [3]. От правильного подбора кобыл к жеребцу, профессионального ухода за животными зависит не только здоровье лошадей-родителей, но и благополучное развитие новых поколений лошадей с улучшенными характеристиками [9]. Задача заводчиков — создать лошадей, которые будут соответствовать требованиям определенной деятельности: от верховых лошадей до тех, кто используется в сельскохозяйственных работах или конном спорте.[8] Этапы разведения лошадей подразделяются на отбор производителей, спаривание, уход за беременными кобылами и роды, воспитание и тренировка потомства. Современные тенденции в разведении лошадей всё чаще предполагают использование биотехнологий, позволяют выбрать лучших производителей с точки зрения генетического

разнообразия и здоровья, и вывести более продуктивных особей в последующем [8]. Но упомянутая выше схема разведения лошадей невозможна без создания оптимальных условий содержания лошадей. Одним из важнейших элементов содержания лошади является ее кормление.

Кормление лошади — это не просто раздача еды, а сложный, научно обоснованный процесс. Ошибки в рационе могут привести к серьезным проблемам со здоровьем, включая колики, ламинит и поведенческие нарушения [6,9]. Правильный подход к питанию, основанный на научных данных, позволяет поддерживать оптимальную кондицию животного и раскрывать его полный генетический потенциал. [10]

Рацион лошади должен состоять из трех основных компонентов:

1. Грубые корма: Сено и трава являются основой рациона. Они обеспечивают лошадь клетчаткой, необходимой для правильного пищеварения, и играют ключевую роль в поддержании здоровья кишечника. Качество сена напрямую влияет на здоровье животного, поэтому оно должно быть чистым, сухим и не содержать плесени [4].
2. Концентрированные корма: Овес, ячмень и другие злаки служат источником энергии. Их количество в рационе зависит от нагрузки: спортивные лошади, например, нуждаются в большем количестве концентратов, чем лошади, находящиеся на пастбище [1,10]. Важно правильно рассчитывать дозировку, чтобы избежать переизбытка энергии, который может привести к проблемам с поведением животного и его метаболизмом [12].
3. Добавки и подкормки: Витамины, минералы и аминокислоты необходимы для восполнения дефицита биологически активных, минеральных и питательных веществ, особенно у жеребят, племенных кобыл и спортивных лошадей во время тренировки и соревнований [10]. Современные исследования помогают создавать специализированные добавки, направленные на улучшение состояния суставов, копыт, шерсти и общей иммунной системы [2,7,13].

Современная нутрициология предлагает индивидуальные подходы к кормлению. Рацион составляется с учетом возраста, веса, породы, уровня физической нагрузки и состояния здоровья лошади [11]. Ветеринарные диетологи используют специальные программы и калькуляторы для точного расчета потребностей животного в калориях, белках, жирах и микроэлементах.

Научный подход к кормлению лошадей — это не дань моде, а необходимость. Он обеспечивает здоровье, долголетие и продуктивность животных, помогая им достигать высоких результатов в спорте и успешно выполнять все свои функции [5]. Правильный рацион, основанный на глубоких знаниях о физиологии и питательных потребностях лошади, является залогом её благополучия [6].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужили лошади спортивных пород, содержащиеся в АНО ДО "Чудо-Кони" Республики Марий Эл. В статье анализировались материалы, полученные при изучении особенностей кормления спортивных жеребцов учебно-спортивного коневодческого комплекса АНО ДО "Чудо-Кони".

Методика и методология: работа с документами учебно-спортивного комплекса по особенностям кормления лошадей, изучение применяемых кормов в рационах, а также изучение технических результатов и их сравнение. Рассмотрена информация о физических данных лошадей, рационах кормления и их технических результатах соревнований. Проведен сравнительный анализ полученной информации.

Результаты исследования. В настоящее время конный спорт стремительно набирает популярность. Спортивные лошади требуют к себе особое отношение и индивидуальный подход. Они достаточно привередливы и разборчивы в еде, отдают предпочтение особым кормам, чувствительно реагируют на изменения режима кормления, распорядка дня и так далее [6]. Организм животных, в частности, конечности спортивной лошади испытывают большие нагрузки в достаточно раннем возрасте, поэтому витамины, минеральные и питательные вещества необходимы для поддержания здоровья и ее высокой работоспособности [5]. Питательные вещества лошадь может получать как из обычного корма, так и из дополнительных подкормок и премиксов [8].

Цель работы заключается в изучении особенностей кормления спортивных лошадей. Задачи, поставленные для успешного достижения цели: - изучить особенности кормления спортивных лошадей, в частности жеребцов в условиях учебно-спортивного комплекса - провести сравнительный анализ рационов кормления двух спортивных жеребцов и результатов их спортивных достижений. Объект исследования: спортивные жеребцы Доблестный и Биатлон. Предмет исследования: рационы кормления жеребцов и их спортивные достижения.

При подготовке лошадей для ипподромных соревнований или иных видов спорта важно, чтобы животные получали необходимое количество энергии, биологически активных и питательных веществ, для проявления генетически обусловленных возможностей. Иначе наследственные задатки, например, по такому признаку как резвость, проявляются лишь на 35-50 %. Вместе с тем, недостаточное поступление в рацион, например, обменной энергии зачастую, может привести к тому, что спортивные лошади сходят с круга, не заканчивая скачки.

По этим причинам качество спортивных лошадей и их достижения, преимущественно зависят от полноценного кормления [5,7,11].

Учебно-спортивный комплекс коневодства, находится на территории д. Большой Шаплак Медведевского района Республики Марий Эл. Комплекс является крупнейшим спортивным и племенным центром Республики Марий Эл, который специализируется на таком направлении конного спорта как преодоление препятствий. В ходе проведенного исследования были систематически проанализированы условия содержания, особенности кормления, а также различия в рационах спортивных лошадей, которые оказывают большое влияние на их результативность в состязаниях. Анализ наблюдений основывается на сопоставлении физических данных двух жеребцов, зависящих от отличающихся рационов кормления. Каждая лошадь учебно-спортивного комплекса содержится в индивидуальных закрытых стойлах – денниках. В связи с тем, что лошади проводят большую часть своего времени в денниках, их владельцы прилагают усилия для создания максимального комфорта своих животных. Размеры денников – не менее 3м×4м. Полы могут быть деревянными, или же глинобитными [8]. Они покрываются толстым слоем опилок, для создания мягкого и сухого места отдыха для лошадей, который способен поглощать влагу и предотвращать отдачу тепла животного полу. Все денники оснащены кормушками и автопоилками.

Также необходимым условием содержания является выгул, который осуществляется в уличных левадах. Левада – огражденный загон, засеянный тр, находящийся на территории комплекса, где кони могут спокойно двигаться, отдыхать и общаться между собой. Кроме денников и левад, не менее важным фактором является наличие в конюшне манежа. Манеж – это защищенное пространство для тренинга лошадей, которое позволяет проводить занятия независимо от погодных условий и обеспечивает безопасность, как для всадников, так и для лошадей. В учебно-спортивном комплексе находится множество спортивных лошадей, особое внимание уделялось жеребцам Доблестному и Биатлону. Характеристики жеребцов указаны в таблице 1.

Данные жеребцы принимали участие в спортивных соревнованиях, поэтому их рационы кормления значительно отличались от рационов лошадей, не участвующих в соревнованиях. Основную массу рациона обоих коней составляло сено разнотравное, которое выдавалось им в равном количестве, по 20 кг. В качестве концентрированных кормов в рацион включался 1 кг цельного овса, 6 кг плющеного овса, с добавлением 600 г сухих пшеничных отрубей, смесь заливалась теплой водой и перемешивалась, образуя кашу, которая сразу была готова к скармливанию.

Таблица 1 – характеристика жеребцов

Показатели	Кличка лошади, г.р., масть, пол, порода, отец, место рождения	
	ДОБЛЕСТНЫЙ-15, вор, мер., п/к, Блеск, Респ. Коми	БИАТЛОН-06,вор.,жер.,рысак.,Алладин, Татарстан
Пол	Жеребец/мерин	жеребец
Возраст, лет	11	19
Высота в холке, см	170	163
Живая масса, кг	650-700	475-500
Условия кормления	скармливают кашу из плющенного овса и пшеничных отрубей, сено разнотравное, морковь, мюсли, жмых льняной, жмых подсолнечный, травяная мука люцерны, свекловичный жом, специальную добавку, в зависимости от сезона	скармливают кашу из плющенного овса и пшеничных отрубей, сено разнотравное, морковь

Также в рацион входило около 2,5 кг моркови в сыром виде. В постоянном доступе у жеребцов имелась поваренная соль в виде лизунцов, и вода, которая подавалась им через автопоилки.

При этом рационы жеребцов отличались. Биатлону скармливали исключительно корма основного рациона, Доблестный же получал к составу основного рациона дополнительные корма, которые представлены в таблице 2, а также ежесезонно добавляли специализированные подкормки.

Таблица 2 – Дополнительные корма к основному рациону жеребца Доблестный

Компонент рациона	Суточная дача, г	Способ подготовки к скармливанию
Жмых подсолнечный	250	-
Жмых льняной	250	-
Травяная мука люцерны, в гранулах	250	-
Свекловичный жом	250	Жом в сухом виде заливают 1 литром теплой воды. Необходимо дать настояться в течение часа

Также в качестве значимого компонента рациона у данного жеребца выступали мюсли ClassicLite от производителя «Вознесеновские корма», которые скармливались жеребцу по 500 г ежедневно. Состав вышеуказанных мюсли является сбалансированным по энергии и ингредиентам богатых жизненно важными питательными и минеральными веществами. Состав мюсли: микронизированные хлопья пшеницы, микронизированные хлопья кукурузы, микронизированные хлопья ячменя, микронизированные хлопья гороха, семена подсолнечника, ВТМ (витаминно-травяная мука) злаковое разнотравье (ежа сборная, кострец безостый, мятлик луговой, овсяница, тимофеевка), льняное масло холодного отжима, яблоко дробленое, VitasisteM+: баланс витаминов и микроэлементов, свекловичная патока не более 3%, Omegacomplex-3'6'9 полиненасыщенных жирных кислот, соль, ProBiocomplex+, трикальцийфосфат, MusculCare: Витамин Е + Se.

Мюсли Премиум-Класса, микронизированные (100% состава). Не требуют введения дополнительных витаминов. Без ГМО, консервантов, стабилизаторов и ароматизаторов [2].

Кроме вышеперечисленных дополнительных кормов, входящих в состав рациона кормления, ежесезонно в рацион добавлялись специализированные подкормки: витаминно-минеральный комплекс, хондропротекторы и протеиновый комплекс.

В зимний период, для поддержания функций иммунной системы, Биатлон ежедневно получал витаминно-минеральный комплекс для спортивных лошадей. Комплекс был сбалансирован по составу в отношении потребностей спортивных лошадей и направлен на следующие назначения: - улучшение метаболизма и ускорение регенерации мышц. Витамины группы В, витамин Е и селен способны действовать на поддержание метаболизма организма при тяжелых физических нагрузках, и способствовали быстрому выведению молочной кислоты, ускоряя при этом регенерацию мышц; - происходило наибольшее усвоение компонентов и поддержка желудочно-кишечного тракта.

Множество микроэлементов, входящих в состав подкормки были представлены в хелатной форме, а уникальный пребиотический и пробиотический комплекс стимулировал усвоение компонентов даже у лошадей с проблемным желудочно-кишечным трактом, способствовал поддержанию структуры копытного рога и укреплению иммунитета.. Повышению качества копытного рога способствовало и высокое содержание цинка, меди и витамина Н (биотина). Высокое содержание витаминов Е и С укрепляло защитные силы организма, способствовало укреплению общего тонуса, повышению иммунитета и улучшению обмена веществ [9].

Хондропротекторы улучшали метаболизм хряща, замедляли или приостанавливали его разрушение, также оказывали противовоспалительное действие [3]. Используются они, как правило, в качестве доступной профилактической сезонной подкормки для возрастных лошадей. Кроме того, они применяются для снижения риска травм, сухожилий и связок при интенсивных нагрузках у лошадей.

Данная подкормка помогала сформировать и поддерживать оптимальные кондиции у спортивных лошадей в тренинге, способствовала набору и поддержанию мышечной массы у возрастных лошадей. Что является необходимым для спортивного жеребца после длительного периода соревнований [9]. Несмотря на различия рационов кормления жеребцов – Доблестный и Биатлон, их суточный рацион довольно схож. Об этом свидетельствуют данные таблицы 3.

Таблица 3 – Суточный почасовой рацион изучаемых спортивных жеребцов

Время, ч	Корм	Биатлон		Доблестный	
	-	Суточная дача, кг	Способ подготовки к скармливанию	Суточная дача, кг	Способ подготовки к скармливанию
6:00	Овес цельный сухой	1	-	1	-
7:00	Сено разнотравное	10	-	10	-
11:30	Смесь мюсли + дополнительные корма к основному рациону + специализированная подкормка, в зависимости от сезона	-	-	1,05	-
13:00	Овес плющенный + отруби пшеничные	3	смешивают и заливают теплой водой	2,5	смешивают и заливают теплой водой
	Морковь	2,5	-	2,5	-
14:00-17:00	Сено разнотравное	Вволю	-	Вволю	-
17:10	Сено разнотравное	10	-	10	-
19:00	Овес плющенный + отруби пшеничные	3	смешивают и заливают	2,5	смешивают и заливают

			теплой водой		теплой водой

Тренинг, который включал в себя различные элементы выездки, проводился с жеребцами с 9:00 до 11:00 ежедневно. Кормление изучаемых нами жеребцов, во время соревнований, совершенно не отличалось от повседневного рациона. Важно только, чтобы потребляемые корма являлись полноценными и высококачественными. Несмотря на незначительную, по степени проявления, разницу в рационах жеребцов Доблестного и Биатлона, мы можем наблюдать расхождения в технических результатах чемпионата Республики Марий Эл на базе СТК «Чудо-Кони» по конному спорту, по направлению – преодоление препятствий.

Оба жеребца принимали участие в чемпионате, в соревнованиях 2 этапа, проводимых 6 сентября 2025 года. С техническими результатами этих соревнований можно ознакомиться в таблице 4. При изучении технических результатов чемпионата по конному спорту можно отметить, как велика разница между Доблестным и Биатлоном, она составляет разницу в выполнении норматива в 11,03 минуты. Доблестный оказался выносливее и быстрее, чем Биатлон.

Таблица 4 – Технические результаты Чемпионата СТК «Чудо-Кони» по конному спорту

Место	№ лошади	Фамилия, Имя всадника	Рег.№	Звание, разряд	Кличка лошади, г.р., масть, пол, порода, отец, место рождения	Рег. №	Владелец	Команда, регион	-		
									Маршрут		-
									баллы	Время	баллы
1	-	МАСЛОВА Александра,30.04.2013	-	б/р	ДОБЛЕСНЫЙ-15, вор, мер., п/к, Блеск, Респ. Коми	на оформл.	СТК "Чудо-кони"	Хагивагистайл СТК"Чудо-кони", РМЭ	44	39.44	36
2	-	ТАРАСОВА Александра,2012	-	б/р	БИАТЛОН-06,вор.,жер.,рысак.,Алладин,Татарстан	на оформл.	СТК "Чудо-кони"	До Луны и обратно АНО "Чудо-кони", РМЭ	44	50.47	20

Выводы. Сопоставив результаты соревнований и рационы кормления обоих жеребцов, можно отметить, как влияют особенности кормления на спортивные достижения коней. Ведь Доблестный получал дополнительные корма в составе основного рациона кормления и специализированные подкормки, а Биатлон употреблял в пищу исключительно базовые корма. Таким образом, можно сделать вывод, что добавление разнообразных кормов и специализированных подкормок в рацион лошади, безусловно, положительно сказывается на физических данных животных и их результатах в спортивных соревнованиях.

Научный руководитель - Чиргин Е.Д., д-р с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Блохина М.В. Спортивная работоспособность лошадей разных пород, участвующих в выездке / Блохина М.В. [Текст] // Актуальные проблемы и перспективы развития отечественного животноводства . – Ярославль:ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2021. – С. 5-10.
2. Вознесеновские корма для лошадей - Производство мюсли и мэшей. – Текст : электронный // URL: https://v-korma.ru/ (дата обращения 16.02.2025).
3. Капустина, В.Р. Современное состояние коневодства в России / В.Р. Капустина, А.П. Виноградова // В сборнике: Научные достижения и практические решения в зоотехнии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, представителей государственных структур и бизнес-сообществ. Курск, 2025.- С. 37-41.

4. Кошко, А.Д. Влияние методов скармливания сена на здоровье лошадей / А.Д. Кошко, Е.Е. Глущенко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник X Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, посвященный 90-летию Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 04–05 декабря 2025 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2025. – С. 901-904.
5. Малахова, Т.С. Особенности кормления спортивных лошадей / Т.С. Малахова // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 25–27 февраля 2025 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 195-199.
6. Оразов, М. Правильное кормление лошадей / М. Оразов, Г. Волмаммедов, Г. Бяшымов // Ceteris Paribus. – 2025. – № 10. – С. 42-44.
7. Севастьянова, Т.В. Применение высокоэффективных функциональных кормовых добавок в рационе спортивных лошадей / Т.В. Севастьянова, Б.В. Уша // Аграрная наука.- 2021.- № 7-8.- С. 71-74.
8. Снигирева, Д.С. Кормление и содержание спортивных лошадей / Д. С. Снигирева, Ю. С. Мамонтова, Н. Л. Лопаева // Молодежь и наука. – 2020. – № 4. – С. 2-4.
9. Содержание, кормление и болезни лошадей: учебное пособие / А.А. Стекольников, А.Ф. Кузнецов, А.В. Виль [и др.]; под редакцией А.А. Стекольникова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – С. 7-8, 103-106.
10. Тишенков, П.И. Влияние кормовой добавки на переваримость питательных веществ рациона спортивных лошадей при различных нагрузках / П.И. Тишенков, А.А. Алавердян // Стратегия развития инновационных систем в кормлении животных: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Екатерины Александровны Петуховой, Москва, 19 ноября 2025 года. – Москва: ООО "Издательство "Сельскохозяйственные технологии", 2026. – С. 306-312.
11. Шараськина, О.Г. Кормление спортивных лошадей. Методические рекомендации. [Текст] / О.Г. Шараськина, Т.Н. Головина, Е.А. Назарова. – Санкт Петербург: СПб.: СПбГАУ АМА, 2016 – С. 4.
12. Шараськина, О.Г. Нормы кормления молодняка лошадей верховых и рысистых пород в России и за рубежом / О.Г. Шараськина // Коневодство и конный спорт. – 2025. – № 5. – С. 21-25.
13. IPPOLAB - кормовые добавки и лакомства для лошадей. – Текст: электронный // URL: https://ippolab.ru/ (дата обращения: 16.02.2025).

УДК 636.15/637.112.2/637.146.23

Чемешева И.В., Пыркина Ю.А.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

СОДЕРЖАНИЕ ЛОШАДЕЙ НА КУМЫСНЫХ ФЕРМАХ

Аннотация. Молочное коневодство в стране активно развивается. Строятся и будут строиться новые кумысные фермы. Поэтому вопросы кормления и содержания лошадей на кумысных фермах становятся актуальными. Содержание и кормление лошадей на кумысных фермах имеет свои особенности. В данной статье приводится краткая характеристика технологии содержания, кормления и доения лошадей тяжеловозных пород в одном из передовых хозяйств страны – племенном кумысном комплексе ЗАО Племенной завод «Семеновский» Республики Марий Эл.

Ключевые слова: лошади, тяжеловозные породы, кормление, конюшни, доение.

Введение. Несмотря на то, что поголовье лошадей в нашей стране уменьшилось, содержание лошадей является важной отраслью животноводства, имеющей большое экономическое значение для сельского хозяйства нашей страны [6].

Лошадь традиционно играет значительную роль в культуре и экономике России, обеспечивая транспортировку грузов, выполнение сельскохозяйственных работ, участие в спортивных соревнованиях и разведение породистых животных [6]. Необходимо повышать эффективность содержания лошадей, улучшать условия ухода за ними и оптимизировать процессы кормления и ветеринарного обслуживания [2,7,14]. Научные знания в области конского дела позволяют совершенствовать методы разведения, улучшать здоровье животных и повышать продуктивность коневодческих хозяйств [3,5,12,13].

В последние годы активно развивается молочное коневодство в Российской Федерации [1,8]. Производство кумыса значительно расширилось, охватив не только традиционные степные регионы, но и другие районы России, что подтверждает возможность развития этой отрасли за пределами привычных зон [1,4,6]. Спрос на кумыс в противотуберкулезных учреждениях России огромен – около 20 тысяч тонн ежегодно, однако фактическое производство значительно отстает от этой цифры [10]. Для удовлетворения потребностей в детском питании и лечебных целях необходимо многократно увеличить объемы производства кобыльего молока.

Традиционные кумысные фермы, расположенные в районах табунного коневодства, работают сезонно [10]. Период доения кобыл там короткий, а объемы товарного кумыса на одну голову невелики – всего 300-500 кг за сезон [10]. Хотя такое производство рентабельно, оно находится

далеко от основных потребителей, что создает логистические трудности с продажей кумыса. В связи с этим молочное коневодство активно развивается не только в традиционных регионах, но и в европейской части России. Например, в Республике Марий Эл успешно функционирует кумысно-племенной комплекс ЗАО Племзавод «Семеновский» с поголовьем в 420 лошадей [4,10]. Это предприятие применяет современные технологии молочного коневодства, включая машинное доение, полную механизацию трудоемких процессов, а также эффективные методы раздоя кобыл и выращивания здоровых жеребят [9,11]. Продолжительность доения здесь составляет в среднем семь месяцев, а удой молока на одну кобылу за лактацию достигает 3,5 тысяч литров [10].

Для обеспечения населения и лечебных учреждений кумысом круглый год необходимо создавать широкую сеть стационарных ферм, работающих постоянно. А для этого нужно обобщать передовой опыт содержания лошадей и расширять практику его применения в других регионах.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлись лошади разных пород и возрастов, содержащиеся в условиях кумысной фермы. Предметом исследования были условия содержания, кормление, ухода и ветеринарного обслуживания лошадей на племенном кумысном комплексе ЗАО Племзавод «Семеновский». В исследованиях использовались методы наблюдения, анализа и сопоставления.

Результаты исследования. Изучались следующие аспекты содержания лошадей:

- анализ существующих методов содержания лошадей;
- изучение особенностей питания и кормления лошадей;
- оценка влияния условий содержания на здоровье и продуктивность животных;

Молочное коневодство – это отрасль животноводства, занимающаяся разведением и использованием лошадей для производства кобыльего молока и кумыса.

Качество и состав кобыльего молока, используемого для производства кумыса, напрямую зависят от способов содержания лошадей, условий их доения и соблюдения санитарно-гигиенических норм. Доение кобыл имеет свои особенности, обусловленные интенсивностью выработки молока, строением вымени кобыл и тем, что жеребята находятся на подсосе.

ЗАО Племзавод «Семеновский» разводит лошадей пород русская тяжеловозная и литовская тяжелоупряжная.Молочная продуктивность лошадей в этом хозяйстве показана в таблице 1.

Таблица 1 - Средний расчетный удой кобыл тяжеловозных пород за лактацию, кг

Тяжеловозные породы	Количество лактаций, шт.	M±m	Lim: max-min	σ	Cv, %
Литовская	3049	4327,52±100,67	4732,62-4013,88	362,99	27,74
Русская	3109	3665,10±101,60	4068,30-3292,80	393,52	25,82

Рисунок 1 – Жеребята в паддоке

Более высокой молочной продуктивностью в хозяйстве отличались литовские тяжеловозы. При производстве кобыльего молока большое значение имеют условия содержания и кормления

лошадей, а также условия получения от них продукции. Большое значение на комплексе придается санитарной безопасности. Вся площадь фермы огораживается сплошным высоким бетонным забором, а весь транспорт, обслуживающий персонал и посетители проходят на территорию комплекса через дезинфекционные барьеры.

Жеребцы-производители содержатся в индивидуальных денниках площадью 12 м^2. В таких же денниках в маточном помещении обычно происходит выжеребка кобыл, и находятся кобылы с жеребятами в первые 3-5 дней после рождения жеребят. Сразу же после рождения всем жеребятам присваивается порядковый номер; в возрасте шести месяцев жеребятам наносят на левую сторону туловища индивидуальный номер и год рождения: их клеймят методом холодного таврения.

Все остальные лошади располагаются в групповых секциях на глубокой подстилке в помещениях или на специальных площадках с твердым покрытием вне помещений (паддоки) (рисунок 1).

Численность кобыл в группах: от 8-12 до 35-50 голов в секции, молодняка – по 20-25 голов. Все ограждения на современных фермах изготовляются из оцинкованного металла. Поение лошадей осуществляется из индивидуальных или групповых автоматизированных поилок. Уровень жидкости в этих поилках поддерживается автоматически. Кормление лошадей осуществляется из групповых кормушек (рисунок 2).

Рисунок 2 – Групповые кормушки для лошадей

Для кормления дойных кобыл разработаны рационы кормления в зависимости от живой массы и молочной продуктивности животных (таблицы 2,3).

Таблица 2 – Суточный рацион дойных жеребых кобыл с живой массой 650-700 кг на весенне-летний период

Наименование кормов	Количество кормов, кг	Содержится в рационе						
		сухое вещество, кг	кормовых единиц, кг	переваримый протеин, г	сырая клетчатка, кг	кальций, г	фосфор, г	каротин, мг
Норма на 1 голову	-	15-17	13-14	1400-1500	3,4-4,4	85-90	65-70	270
Трава злаково-бобовая	50	10,00	9,00	1100	2,9	100	55	2000
Солома овсяная	2	1,66	0,06	34	0,64	6,8	2,0	0
Овес плющеный	4	3,44	4,00	316	0,39	6,0	13,6	0
Соль поваренная	0,05	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	15,1	13,6	1450	3,93	112,8	70,6	2000

В летнее время лошадям ежедневно раздают зеленую массу злаковых и злаково-бобовых трав, а также плющеный овёс. Основу зимнего рациона кормления составляет сенаж и сено из

злаковых и злаково-бобовых трав и плющеный овес. Часть сена можно заменять яровой овсяной и ячменной соломой хорошего качества. В качестве балансирующих добавок к рациону кормления применяются отруби, жмыхи, меласса и различные витаминно-минеральные премиксы.

Таблица 3 – Суточный рацион дойных жеребых кобыл с живой массой 650-700 кг на осенне-зимний период

Наименование кормов	Количество кормов, кг	Содержится в рационе						
		сухое вещество, кг	кормовых единиц, кг	переваримый протеин, г	сырая клетчатка, кг	кальций, г	фосфор, г	каротин, мг
Норма на 1 голову	-	15-17	13-14	1400-1500	3,4-4,4	85-90	65-70	270
Сено клеверо-тимофеечное	6	4,98	2,82	311	1,65	36,0	10,8	131
Сенаж бобово-злаковый	10	4,40	3,10	380	1,25	23,0	4,0	210
Солома овсяная	2	1,66	0,06	34	0,64	6,8	2,0	0
Свекла кормовая	5	0,60	0,60	45	0,05	2,0	2,5	0
Травяные гранулы	4	3,10	2,50	430	0,21	28,0	12,0	640
Овес плющеный	4	3,44	4,00	316	0,39	6,0	13,6	0
Динатрий фосфат	0,15	-	-	-	-	-	30	-
Соль поваренная	0,05	-	-	-	-	-	-	-
Итого	-	18,18	13,08	1516	4,19	101,8	74,9	981

Для контроля роста живой массы жеребят в хозяйстве разработаны планы роста молодняка лошадей тяжеловозных пород до двухлетнего возраста (таблица 4).

Таблица 4 – Планы роста жеребят тяжеловозных пород

Показатели		Возраст жеребят, мес.						
		0	1	3	6	12	18	24
Живая масса, кг	Русские тяжеловозы	57,0	112,0	183,0	280,0	400,0	480,0	540,0
	Литовские тяжеловозы	68,0	125,0	215	340,0	440,0	530,0	620,0

Для подсосных жеребят разработаны схемы кормления на весь подсосный период. Навоз удаляется бульдозером по мере накопления из конюшен и паддоков в навозохранилище.

Доение кобыл осуществляется восемь раз в день, через каждые два часа. Первое доение начинается в 6.00, а последнее доение – в 20.00. В промежутках между доениями кобылы содержатся в паддоках – загонах вне помещений возле конюшен. В летнее время кобыл с жеребятами, сухостойных кобыл и молодняк выпускают в левады, где они получают одновременно и корм, и моцион.

Доение кобыл происходит в доильном зале. В ЗАО Племзавод «Семеновский» используется метод подсосного доения с дежурными жеребятами, так как при бесподсосном доении рефлекс молокоотдачи проявляется только у небольшого числа кобыл. В доильном зале используются доильные установки ДДУ-2М с доильными аппаратами ДДА-2М. Кобылье молоко выдаивается в доильные ведра, затем процеживается через несколько слоев марли и лавсана и охлаждается в ваннах с помощью проточной воды. Охлажденное молоко доставляется в кумысный цех.

В кумысном цехе в молоко вносится кумысная закваска из молочнокислых бактерий и молочных дрожжей. Заквашенное молоко подогревается и вымешивается. Затем еще несколько раз закваска омолаживается: к ней добавляют свежее кобылье молоко и снова смесь вымешивают. Затем готовый кумыс, который предназначен для потребления в Республике Марий Эл, охлаждают до комнатной температуры, разливают в пластиковые бутылки и закупоривают пластиковыми крышками. Кумыс, который отправляется за пределы республики Марий Эл, разливается в стеклянные бутылки с алюминиевой крышкой. Готовый кумыс помещают в холодильную камеру, где его охлаждают до температуры хранения: +2 - +4 °С.

Для обеспечения круглогодового производства кобыльего молока нужно, чтобы кобылы жеребились в течение всего года. Большая часть кобыл намного лучше приходят в охоту весной. В зимне-осенний период у большинства кобыл охота отсутствует или выражена очень слабо. Поэтому в хозяйстве планируется выжеребка 70 % кобыл маточного состава на весенние месяцы, а выжеребка

30 % кобыл планируется на осень. По многолетним наблюдениям, это оптимально возможное соотношение. На летние месяцы выжеребку в хозяйстве обычно не планируют, так как жеребята летней выжеребки чаще болеют и сохранность до отъема среди них меньше, чем среди жеребят весенней и осенней выжеребки.

Заключение. В заключение можно отметить, что единственной продукцией, которую получают от лошадей на кумысных фермах, является кобылье молоко и жеребята. Эти лошади не работают и не тренируются, как спортивные или рабочие лошади. Поэтому кобылы более полноценно используют грубые и сочные корма для производства молока и им не требуется большого количества концентрированных кормов. Молодняк лошадей на кумысных фермах растет более высокими темпами, потому что вся энергия кормов расходуется только на рост жеребят.

Научный руководитель - Чиргин Е.Д., д-р с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Антонова, А.М. Технологические аспекты современного коневодства / А.М. Антонова // В сборнике: Научные исследования, 2025.- сборник статей XVII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025.- С. 102-104.
2. Гриценко, Г.М. Совершенствование методов оценки экономической эффективности противогельминтозных мероприятий при разных системах содержания лошадей / Г.М. Гриценко, Е.В. Ванина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3(65). – С. 117-121.
3. Евсюкова, В.К. Влияние условий летнего содержания в конюшне на организм чистокровных верховых лошадей в Якутии / В.К. Евсюкова // Вестник АГАТУ. – 2022. – № 3(7).
4. Зайцев, А.М. Технология производства кобыльего молока и его состав / А.М. Зайцев, Е.Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Марийский государственный университет.- 2023.- С. 474-478.
5. Иванов, Р.В. Научные основы совершенствования технологии кормления и содержания лошадей якутской породы / Р.В. Иванов, П.Ф. Пермякова. Том Часть II. – 2-е издание, стереотипное. – Якутск : Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – 112 с.
6. Капустина, В.Р. Современное состояние коневодства в России / В.Р. Капустина, А.П. Виноградова // В сборнике: Научные достижения и практические решения в зоотехнии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, представителей государственных структур и бизнес-сообществ. Курск, 2025.- С. 37-41.
7. Коневодство и ветеринария: основы здорового содержания и разведения лошадей / А.Д. Сапарова, Б. Ровшенкулыев, Б. Байлиев, М. Бабаназарова // Матрица научного познания. – 2024. – № 11-1. – С. 155-157.
8. Константинов, А.А. Особенность кормления и содержания лошадей на кумысных фермах / А.А. Константинов, Н.В. Зиатдинова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2025. – С. 600-604.
9. Онегов, А.В. Применение различных вариантов отбора в молочном коневодстве / А.В. Онегов, Е.Д. Чиргин // Коневодство и конный спорт.- 2013.- № 5.- С. 25-27.
10. Чиргин, Е.Д. Зоотехнические основы интенсификации производства кобыльего молока на стационарных кумысных фермах. Автореферат дисс. ... докт. с.-х. наук: 06.02.10.- Йошкар-Ола,- 2019.- 42 с.
11. Чиргин, Е.Д. Рост и развитие племенного молодняка лошадей русской тяжеловозной породы в ЗАО «Племзавод «Семеновский» / Е.Д. Чиргин, В.Г. Семенов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.- 2018.- № 3 (6).- С. 66-71.
12. Шадрин, В.А. Способы содержания лошадей / В.А. Шадрин, Э.Р. Хасанова, О.В. Чепуштанова // Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК: Сборник тезисов, Екатеринбург, 10 июня 2022 года. Том 1. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 139-140.
13. Шерстнева, В.С. Гигиена содержания лошадей / В.С. Шерстнева, Н.Л. Лопаева // Молодежь и наука. Биотехнологии и пищевая промышленность: сборник статей конференции, Екатеринбург, 17–19 марта 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 190-192.
14. Экспертиза современных условий содержания лошадей / М.Ш. Абаилдина, Е.В. Архицкая, О.Р. Курченкова [и др.] // Вестник научных конференций. – 2015. – № 1-3. – С. 8-9.

УДК 636.7:616-07:619:616

Акмаев А.В., Пильгаев Ф.П.
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск

СЛОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ПИЩЕВОЙ НЕПЕРЕНОСИМОСТИ У СОБАКИ

Аннотация. В работе представлен разбор клинического случая собаки с хроническим зудом, резистентным к симптоматической терапии. Основное внимание уделено пошаговому диагностическому алгоритму при подозрении на нежелательную пищевую реакцию. В ходе исследования использовались клинический осмотр, паразитологические соскобы, цитологический анализ, а также восьминедельная элиминационная диета с последующей провокационной пробой. Установлено, что именно методичное исключение иных причин дерматита (паразитозов, инфекций) в сочетании со строгой диетой позволяет достоверно подтвердить пищевую непереносимость. Ключевыми проблемами в диагностике признаны длительные сроки верификации, необходимость абсолютного соблюдения владельцем диетических предписаний и частое наличие сопутствующих инфекционных осложнений. Описанный протокол действий подчеркивает важность последовательности и дисциплины для постановки точного диагноза.

Ключевые слова: собака, пищевая аллергия, элиминационная диета, хронический зуд, диагностический протокол, малассезиоз, провокационный тест, ветеринарная дерматология.

Введение. Хронический зуд и рецидивирующие отиты представляют собой одну из наиболее частых проблем в практике ветеринарного врача-терапевта. Значительную долю среди причин этих состояний занимают нежелательные пищевые реакции, объединяющие истинную пищевую аллергию и пищевую непереносимость. Согласно данным современных исследований, на их долю приходится до 20-30% всех случаев аллергодерматозов у собак [1]. Основная диагностическая сложность заключается в полной идентичности клинической картины НПР с симптомами других распространенных патологий: атопического дерматита, гиперчувствительности к укусам блох, саркоптоза, а также хронических бактериальных и грибковых инфекций кожи [2]. Широко рекламируемые серологические тесты для определения специфических IgE к пищевым аллергенам не рекомендуются в качестве основного диагностического инструмента из-за недостаточной специфичности и высокого риска ложноположительных результатов, что может ввести врача в заблуждение [3]. Таким образом, «золотым стандартом» диагностики по-прежнему остается длительная исключающая (элиминационная) диета, требующая от клинициста системного подхода, а от владельца животного – высокой степени ответственности и дисциплины [4]. Целью данного клинического наблюдения являлась демонстрация последовательного применения диагностического алгоритма при верификации пищевой непереносимости у собаки, а также анализ типичных препятствий, возникающих на этом пути.

Материалы и методы. Объектом исследования послужила собака (сука) породы вест-хайленд-уайт-терьер в возрасте 5 лет по кличке Мира. Животное поступило в клинику с жалобами на постоянный зуд, более выраженный в области головы, ушных раковин, паха и подмышечных впадин, а также на хронический рецидивирующий наружный отит. Анамнез показал, что симптомы наблюдались на протяжении двух лет, их интенсивность временно снижалась на фоне курсового применения глюкокортикостероидов и антибиотиков широкого спектра действия. Основу рациона составлял сухой коммерческий корм с курицей в качестве главного источника белка. В соответствии со стандартным диагностическим протоколом было проведено:

1. Полный клинический осмотр с оценкой состояния кожного и шерстного покрова, наружных слуховых проходов.
2. Множественные глубокие и поверхностные кожные соскобы для исключения эктопаразитов (Sarcoptes scabiei, Demodex spp.).
3. Трихоскопия для оценки состояния волосяных стержней.
4. Цитологическое исследование мазков-отпечатков, взятых с эритематозных участков кожи и из обоих слуховых каналов.

После исключения паразитарной этиологии и купирования вторичной инфекции была инициирована строгая элиминационная диета. В качестве диетического рациона был выбран корм на основе гидролизованного белка (Royal Canin Anallergenic). Продолжительность диетического периода

составила 8 недель. Владелец получил подробные инструкции о недопустимости скармливания любых других продуктов, лакомств, ароматизированных игрушек или витаминных добавок. Контрольные осмотры с оценкой динамики зуда по 10-балльной шкале проводили каждые 14 дней. После достижения клинической ремиссии для подтверждения диагноза выполнена провокационная проба – возврат предыдущего рациона на основе курицы.

Результаты и их обсуждение. При первичном осмотре была зафиксирована диффузная эритема в области паха, подмышечных впадин и вентральной поверхности шеи, а также двусторонний экссудативный наружный отит. Интенсивность зуда владелец оценил в 8 из 10 баллов. Результаты паразитологических исследований (соскобы, трихоскопия) оказались отрицательными. Цитологический анализ выявил присутствие большого количества дрожжеподобных грибов рода Malassezia spp. (в среднем 12-15 в поле зрения при увеличении ×1000), что в сочетании с минимальной кокковой флорой подтвердило диагноз вторичного малассезионного дерматита и отита[5].

На первом этапе терапия была направлена на устранение вторичной грибковой инфекции. Назначены местные обработки ушных каналов раствором, содержащим клотримазол и хлоргексидин, а также еженедельные купания с шампунем на основе кетоконазола. На фоне противомикотического лечения отмечено снижение зуда до 5 баллов, однако полного разрешения симптомов не произошло. Это свидетельствовало о наличии первичного фактора, поддерживающего воспаление и создающего благоприятные условия для размножения сапрофитной микрофлоры [6].

После начала элиминационной диеты положительная динамика стала более выраженной. К концу четвертой недели зуд уменьшился до 2 баллов, отмечено значительное ослабление эритемы. На восьмой неделе клинические признаки зуда и воспаления полностью купировались, шерстный покров начал восстанавливаться, рецидивов отита не наблюдалось. Провокационная проба привела к резкому возобновлению симптоматики: уже на третьи сутки после возврата корма с курицей интенсивность зуда возросла до 7 баллов, появилась яркая эритема. Данный рецидив однозначно подтвердил диагноз нежелательной пищевой реакции на компоненты предыдущего рациона. Собаке назначен пожизненный корм на основе гидролизованного белка. Представленное наблюдение иллюстрирует классические трудности в диагностике пищевой непереносимости. Во-первых, вторичные инфекции (в данном случае малассезиоз) могут выступать доминирующим клиническим признаком, отодвигая поиск первичной причины на второй план. Без их предварительного контроля оценка эффективности диеты оказывается невозможной [7]. Во-вторых, сокращение сроков диеты менее чем до 6-8 недель является частой ошибкой, приводящей к ложноотрицательным выводам, так как для полного выведения потенциальных аллергенов и восстановления кожного барьера требуется время [8]. В-третьих, успех всей процедуры критически зависит от комплаентности владельца, что требует от врача значительных усилий по разъяснению каждого этапа протокола.

Заключение. Диагностика пищевой непереносимости у собак остается сложной, но выполнимой задачей при условии неукоснительного следования четкому диагностическому алгоритму. Научно-практическая значимость данного описания случая заключается в детализации последовательных шагов, адаптированных к условиям стандартной ветеринарной клиники, с акцентом на преодоление реальных организационных и коммуникационных трудностей. Основные выводы работы:

1. Верификация нежелательной пищевой реакции является диагнозом исключения и должна проводиться только после полноценного паразитологического обследования и эффективного контроля вторичных бактериальных или грибковых инфекций.

2. Элиминационная диета продолжительностью 8-12 недель с последующей провокацией представляет собой единственный высокоспецифичный метод подтверждения диагноза.

3. Ключевым фактором успеха является установление продуктивного взаимодействия с владельцем животного, его информирование и мотивация для строгого соблюдения всех предписаний.

4. Применение системного пошагового подхода позволяет избежать полипрагмазии, установить точную причину заболевания и назначить адекватную долгосрочную терапию, существенно повышая качество жизни пациента.

Таким образом, актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена высокой распространенностью пищевой непереносимости и типичными диагностическими ошибками. Предложенный алгоритм обладает высокой практической ценностью для ветеринарных врачей общего профиля.

Список литературы

1. Патерсон, С. Атлас и руководство по дерматологии собак и кошек / С. Патерсон. – 2-е изд., перераб. – М.: Аквариум-Принт, 2020. – 256 с.

2. Джексон, Х. Дерматология собак и кошек / Х. Джексон, Р. Марселла ; пер. с англ. М. М. Гурьевой, М. Ю. Придыбайло. — М.: Аквариум-Принт, 2020. — 320 с. : ил. — (Практика ветеринарного врача). — ISBN 978-5-4238-0385-8.
3. Агольцов, В. А. Эпизоотология и инфекционные болезни : учебное пособие к лабораторным занятиям. Ч. I / В. А. Агольцов, А. В. Красников ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». – Саратов : Саратовский ГАУ, 2016. – 119 с. – ISBN 978-5-9999-2594-5.
4. Российские практические рекомендации по диагностике и терапии аллергических дерматозов мелких домашних животных / под общ. ред. Е.С. Воронина. – М.: Издательский дом «Скиф», 2022. – 91 с.
5. Рыбничек Я. Кожные соскобы, Трихоскопия, цитология и гистология кожи. Как достичь успеха в диагностике? // VetPharma. 2013. №2 (13). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kozhnye-soskoby-trihoskopiya-tsitologiya-i-gistologiya-kozhi-kak-dostich-uspeha-v-diagnostike (дата обращения: 25.12.2025).
6. Руденко Л.Л. Аллергия : учебно-методическое пособие / Л. Л. Руденко, М. А. Макарук ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : Витебская ГАВМ, 2003. – 31 с. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/11/Allergiya.pdf (дата обращения: 26.12.2025).
7. Зорькина М.В. Методика обследования больного в дерматологии : учебное пособие / М. В. Зорькина, Г. А. Петрова, И. Л. Шливко. — Нижний Новгород : ПИМУ, 2017. — 94 с. — ISBN 978-5-7032-1180-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/240491 (дата обращения: 25.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Шубина Т.П. Дерматологические заболевания собак и их лечение / Т. П. Шубина, В. А. Михайленко, П. А. Бабанакова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 3 (153). – С. 124. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.153.124.
9. Хаитов Р.М. Аллергология и иммунология. Национальное руководство / Р. М. Хаитов, Н. И. Ильина ; под ред. Р. М. Хайтова, Н. И. Ильиной. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 656 с. – ISBN 978-5-9704-1005-8.

УДК 636.4.087.7

Ковтун А.А., Гаркуша В.И.
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трибилина, г. Краснодар
Матвеев Д.А.
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОБНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ IN VIVO: ОСТРАЯ, ХРОНИЧЕСКАЯ ТОКСИЧНОСТЬ И МЕСТНОЕ РАЗДРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ

Аннотация. Разработка безопасных пробиотических кормовых добавок требует тщательного токсикологического тестирования. Целью исследования была комплексная оценка безопасности микробной кормовой добавки путем определения острой и хронической токсичности, а также местного раздражающего действия на экспериментальных животных. Установлено, что кормовая добавка не вызывает летальных исходов при введении в дозировке 5000 мг/кг и относится к IV классу опасности (малоопасные вещества). При длительном применении добавка не оказывает существенного токсического влияния на морфо-биохимические показатели крови и внутренние органы животных. Исследование раздражающего действия продемонстрировало кратковременное местное раздражение кожи и слизистых оболочек, полностью пропадающее в течение 40 минут. Полученные результаты подтверждают безопасность использования данной микробной добавки в животноводстве.

Ключевые слова: пробиотики, кормовая добавка, острая токсичность, хроническая токсичность, раздражающее действие, лабораторные животные.

Использование пробиотических препаратов в животноводстве расширяется, однако предварительная оценка их безопасности является обязательным этапом разработки. Микробные кормовые добавки должны соответствовать международным стандартам токсикологического тестирования и не проявлять негативные эффекты при остром и хроническом воздействии на организм животных [1, 9, 12, 14]. Настоящее исследование было направлено на комплексную оценку токсикологического профиля экспериментального образца микробной кормовой добавки с использованием стандартных методик и модельных организмов.

Целью исследования являлось определение острой токсичности, хронической токсичности, а также оценка местного раздражающего действия микробной кормовой добавки на организм лабораторных животных.

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Токсикологические исследования проводили в соответствии с международными регламентирующими стандартами и общепринятыми методиками. Все манипуляции с животными выполняли согласно международным регламентирующим стандартам [3–8, 10, 11, 13, 15].

Исследование острой токсичности проводили на половозрелых крысах линии Wistar (самки) в два этапа. На предварительном этапе животные были разделены на опытную группу (n=5) и контрольную группу (n=5). Кормовую добавку вводили внутрижелудочно в дозах 1000, 2000, 3000, 4000 и 5000 мг/кг массы тела после 12-часовой голодной диеты. На заключительном этапе опытной группе (n=10) вводили максимальную дозу 5000 мг/кг, контрольной группе (n=10) вводили дистиллированную воду. Наблюдения за состоянием животных вели в течение 14 суток с особым контролем в первый день после введения.

Исследование хронической токсичности проводили в течение 90 суток на половозрелых крысах (самцы и самки). Было организовано три группы по 10 животных в каждой (по 5 самцов и 5 самок). Первая опытная группа получала добавку в дозе 500 мг/кг, вторая опытная группа – 1000 мг/кг, контрольная группа получала дистиллированную воду. Введение проводили ежедневно через желудочный зонд натощак. Оценивали клиническое состояние, поведение, массу тела, проводили общий анализ крови (ОАК) и биохимический анализ крови (БАК), а также патологоанатомическое исследование.

Исследование местного раздражающего действия проводили на здоровых кроликах породы Хиколь (n=10, самки). Для оценки раздражения кожи использовали метод аппликаций на участках размером 5×5 см в течение трех суток. Для оценки офтальмологического эффекта вводили две капли добавки в конъюнктивальный мешок левого глаза, правый глаз служил контролем (физиологический раствор). Оценку проводили через 5, 15, 30 минут и 1, 3, 6, 24, 48 часов после введения [3; 6].

Результаты предварительного этапа исследований по определению острой токсичности кормовой добавки на крысах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение острой токсичности кормовой добавки для лабораторных крыс при внутрижелудочном введении, предварительный этап

№	Масса тела, г	Доза, мг/кг массы тела	Доза, мг/животное (опыт) мл/животное (контроль)	Эффект
Опытная группа				
1	195,96	1000,0	196,0	Реакция на введение
2	197,48	2000,0	395,0	
3	202,18	3000,0	606,5	
4	198,72	4000,0	795,0	
5	189,66	5000,0	948,3	
Контрольная группа				
1	200,84	–	2,0	Реакция на введение
2	193,52	–		
3	190,24	–		
4	199,36	–		
5	191,40	–		

На предварительном этапе во всех группах (как опытных, так и контрольных) наблюдалась легкая степень угнетения и снижение активности, которые длились 20–30 минут и были обусловлены стрессовой реакцией на процедуру введения жидкости. Введение кормовой добавки в дозировках от 1000 до 5000 мг/кг не вызвало никаких заметных отклонений в клиническом состоянии или поведении крыс.

На заключительном этапе установлено, что введение максимальной дозы 5000 мг/кг не оказывает отрицательного воздействия на общее состояние животных и не вызывает летальных исходов. Не отмечалось отклонений в видоспецифическом поведении, физической активности, режиме питания, мышечном тонусе, реакции на раздражители, частоте дыхания, сердечном ритме. Состояние кожи, шерсти, слизистых оболочек, качество фекалий и мочи оставались в норме. Значение летальной дозы (LD50) установить не удалось. По классификации ГОСТ 12.1.007-76 добавка отнесена к IV классу опасности (малоопасные вещества) [2].

В течение 90-дневного периода введения животные опытных групп не демонстрировали значимых отклонений от физиологических норм. Состояние и поведение оценивались как нормальные, животные проявляли хороший аппетит и нормальное функционирование пищеварительной и выделительной систем.

Анализ динамики живой массы показал, что прирост массы животных в опытных группах статистически значимо превышал контрольные показатели: в первой опытной группе на 11,45 %, а во второй – на 11,53 %. Наиболее выраженные различия наблюдались на 60-е и 90-е сутки опыта (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты влияния кормовой добавки на живую массу крыс (n = 5), M±m

Группа	Масса тела животных, г				Прирост за опыт, г
	в начале опыта	через 30 дней	через 60 дней	в конце опыта	
контрольная	194,88±2,82	218,48±4,48	262,45±3,01	305,86±3,72	110,98
1-я опытная	193,71±1,87	221,18±1,18	269,73±1,89*	317,4±1,66**	123,69
2-я опытная	198,96±1,99	227,96±2,14	277,77±3,37*	322,74±3,14**	123,78

Примечание: разница с контрольной группой достоверна * − (p ≤ 0,05); **–(p ≤ 0,01)

Общий анализ крови выявил увеличение количества эритроцитов на 10,69 % и 14,88 % в первой и второй опытных группах соответственно. При этом другие гематологические параметры оставались в пределах физиологических норм.

Биохимический анализ сыворотки крови показал, что все исследуемые показатели остались в пределах норм. Отмечалось небольшое увеличение активности АСТ на 7,61 % и 3,89 %, триглицеридов – на 8,00 % и 4,67 %, щелочной фосфатазы – на 19,59-20,85 % в опытных группах, однако эти изменения не выходили за границы нормативных значений. Зафиксировано увеличение уровня фосфора на 15,38 % и 16,92 %, а также кальция на 2,61 % и 11,61 % в опытных группах.

Патологоанатомическое исследование при вскрытии животных не выявило явных отклонений или изменений во внутренних органах. Масса внутренних органов соответствовала физиологическим параметрам, характерным для данного вида животных (табл. 3).

Таблица 3 – Масса внутренних органов у крыс при изучении хронической токсичности кормовой добавки, г (n = 5), M±m

Орган	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Легкие, г м.к, %	3,360±0,298 1,096±0,088	3,587±0,299 1,129±0,092	4,025±0,191 1,237±0,040
Сердце, г м.к, %	1,363±0,099 0,446±0,034	1,438±0,134 0,453±0,043	1,487±0,182 0,456±0,051
Печень, г м.к, %	9,576±0,678 3,123±0,183	10,435±0,346 3,288±0,106	10,268±0,430 3,157±0,078
Почки, г м.к, %	1,905±0,295 0,624±0,099	1,717±0,204 0,542±0,067	2,316±0,322 0,710±0,095
Селезенка, г м.к, %	1,008±0,201 0,330±0,066	0,800±0,097 0,252±0,031	0,795±0,072 0,245±0,022
Желудок, г м.к, %	2,080±0,078 0,679±0,019	1,814±0,250 0,571±0,077	1,975±0,217 0,606±0,062

При нанесении кормовой добавки на кожу животных в течение всего периода наблюдений не выявлено никаких отклонений в состоянии кожных покровов. Кожа сохраняла нормальные свойства упругости, эластичности и подвижности. Не зафиксировано покраснений, отеков, трещин, язв, изменений температуры или кровоизлияний.

При конъюнктивальной пробе в первые минуты после введения вещества животные совершали попытки тереть глаз, наблюдалось учащенное моргание в течение первых трех минут и легкое слезотечение до 20 минут. Умеренное покраснение в области слезного протока или от слезного канала к склере фиксировалось до 40-й минуты и полностью исчезало в последующие сроки наблюдения. При оценке в 24 и 48 часов никаких изменений обнаружено не было (табл. 4).

Таблица 4 – Степень раздражающего действия кормовой добавки на конъюнктиву глаза лабораторных кроликов

№ п/п	Масса тела, кг	Быстрая реакция (15 мин)		Гиперчувствительность замедленного типа			
				24 ч		48 ч	
		К	О	К	О	К	О
1	3,45	0	1*	0	0	0	0
2	3,34		2*				
3	3,70		2*				
4	3,52		2*				
5	3,46		1*				

* − Оценка по шкале: 1 – легкое покраснение слезного протока; 2 – покраснение слезного протока и склеры в направлении к роговице; 3 – покраснение всей конъюнктивы и склеры

Выводы. Проведённое комплексное токсикологическое исследование микробной кормовой добавки подтверждает её безопасность при использовании в животноводстве. Добавка не проявляет острую токсичность при пероральном введении в максимальной дозе 5000 мг/кг и классифицируется как малоопасное вещество (IV класс опасности). Длительное применение в течение 90 суток не вызывает ощутимых негативных эффектов на организм животных, морфо-биохимические показатели крови и состояние внутренних органов остаются в пределах физиологических норм. Местное раздражающее действие на кожу отсутствует, а изменения на слизистой глаза носят кратковременный характер и полностью пропадают в течение 40 минут. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования данной микробной добавки в качестве пробиотического препарата в животноводстве, включая кормление домашней птицы.

научный руководитель - Лунева А.В., доктор биол. наук, Российский государственныйаграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

Список литературы

1. Анализ, выделение и идентификация микробиома из слепых отростков кишечника промышленных свиней / Ю. А. Лысенко, А. Г. Кощаев, В. А. Беляк [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 168–183.
2. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Дата введения 1977-01-01. – Москва : Стандаритинформ, 2007. – 7 с.
3. ГОСТ 34658-2020. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Оценка раздражающего/разъедающего воздействия на глаза. – Дата введения 2021-07-01. – Москва : Стандаритинформ, 2020. – 24 с.
4. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС «О защите животных, использующихся для научных целей» от 22.09.2010. – 50 с. .
5. Миронов, А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов. – Москва : Гриф и К, 2012. – 944 с.
6. Оценка аллергизирующих свойств фармакологических средств. Методические рекомендации N 98/300, утверждённые Минздравом РФ 04.12.1998.
7. Приказ Минсельхоза РФ №101 от 06.03.2018 "Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения (с изменениями на 5 июня 2020 года)". – 48 с.
8. Приказ Минсельхоза РФ №779 от 18 ноября 2021 г. "Об утверждении порядка формирования регистрационного досье на кормовую добавку и требований к содержащимся в нем документам".
9. Продуктивность и качество яйца кур-несушек при использовании в их рационе комплексной кормовой добавки / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 2. – С. 97-101.
10. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14 ноября 2023 г. № 33 «О Руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований».
11. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ : учеб. пособие для системы послевуз. проф. образования врачей / Науч. центр экспертизы средств мед. применения; под общ. ред. Р. У. Хабриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина: Шико, 2005. – 826 с.

12. Шантыз, А. Х. Влияние пробиотической кормовой добавки на продуктивные качества телят / А. Х. Шантыз, И. С. Коба, Е. Ю. Марченко // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : Сборник тезисов по материалам IV Национальной конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 51.
13. Шантыз, А. Х. Хроническая токсичность кормовой добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 161. – С. 52–60.
14. Эффективность применения комплексного кормового гидролизата в рационе цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 1. – С. 95–100. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-20.
15. Guide for the care and use of laboratory animals: National Research Council (US) Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. – Washington, D. C.: Nat. acad. press, 1996. – 154 p.

УДК 636.087.033.085

Беляк В.А.,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трибилина, г. Краснодар
Колесникова А.В.
Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

ПОДБОР КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СИНБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЛАКТОПИГ» ПОСРЕДСТВОМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ IN VIVO

Аннотация. При разработке технологии производства синбиотических кормовых добавок важным и ответственным этапом является подбор компонентного состава наполнителей, поскольку именно от их сочетания и свойств во многом зависят как технологические характеристики процесса, так и качество готового продукта. От правильного выбора наполнителей определяются такие показатели, как сыпучесть, гигроскопичность, однородность смеси, а также стабильность пробиотических и пребиотических компонентов на протяжении всего срока хранения. Кроме того, качественные характеристики наполнителей влияют на удобство дозирования добавки при введении в рационы животных, а также на её равномерное распределение в кормовой массе. В рамках настоящего исследования была проведена апробация четырёх композиций наполнителей, предварительно отобранных для состава синбиотической кормовой добавки «ЛактоПиг». Каждая из композиций включала различные сочетания и соотношения выбранных компонентов, что позволило оценить их влияние на физико-химические и технологические свойства конечного продукта. При этом учитывались такие параметры, как плотность, сыпучесть, склонность к слёживанию, а также сохранность жизнеспособности пробиотических культур в условиях длительного хранения.

Ключевые слова: синбиотик, кормовая добавка, компонентный состав, крысы, микробиологические исследования, лактобактерии, мальтодекстрин, сухое цитрусовое волокно, пектин.

В практике производства кормовых добавок с микробным действующим началом подбор оптимальных наполнителей (носителей) имеет важное значение как для конечной стоимости производимого продукта, так и для обеспечения равномерного распределения микроорганизмов в корме, дозирования действующих агентов и защите лиофилизированных бактерий от неблагоприятных факторов, что напрямую влияет на сроки хранения кормовых добавок. Еще одним немало желательными свойствами являются увеличение общей площади контакта составляющих с микробным действующим началом и придание способности к адгезии добавок с кормом [9, 13–15].

Из имеющихся на рынке пищевой и кормопроизводственной промышленностей компонентов можно выделить основные категории субстратов, обладающих положительными свойствами – углеводсодержащие субстраты, растительные волокна и их производные [4, 5].

Цель исследований – подбор оптимального компонентного состава разрабатываемой сухой синбиотической кормовой добавки на основании исследования качественного и количественного состава микробиоценоза кишечника лабораторных животных.

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Исследования осуществлялись на базе центров доклинических и клинических исследований при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева и ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.

В качестве лабораторных животных использовали крыс линии Wistar в возрасте 4,0 месяцев, массой 280–300 г. Для оценки микрофлоры кишечника подопытных животных в качестве проб для анализа использовали фекалии лабораторных крыс.

В качестве наполнителей для оптимального компонентного состава синбиотика в экспериментах использовали полисахариды растительного происхождения – мальтодекстрин, пищевое цитрусовое волокно и пектин. Мальтодекстрин применялся как легкоусвояемый источник углеводов и носитель для микробных культур, обеспечивая хорошую сыпучесть и стабильность порошковой формы добавки. Пищевое цитрусовое волокно включалось в состав как источник растворимых и нерастворимых пищевых волокон, способствующих улучшению функциональных свойств кормовой добавки и положительно влияющих на пищеварение животных. Пектин использовался как природный загуститель и стабилизатор, способный улучшать структуру смеси и защищать чувствительные компоненты от неблагоприятных внешних воздействий, включая влажность и температурные колебания [6, 8, 12].

Взятие фекалий для исследований проводили при первой дефекации животных после дачи синбиотических композиций, на 3, 7 и 10 сутки введения. Микробиологическими исследованиями определяли количество лактобактерий (полезные бактерии, способствующие ферментации и подавлению патогенов), общую микробную численность (ОМЧ), отражающую общее разнообразие микробиоты и бактерии группы кишечной палочки (БГКП) [1, 2].

Статистически достоверные изменения определялись с использованием критерия t-Стьюдента при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Все манипуляции, проводимые с лабораторными животными, осуществляли согласно этическим международным требованиям [3, 7, 10, 11, 16, 17].

Для проведения исследований были сформированы группы лабораторных животных по принципу пар-аналогов следующим образом: контрольная группа – введение крысам перед кормлением дистиллированной воды; 1-я группа опытная – введение крысам перед кормлением синбиотической композиции № 1 (лиофилизированные культуры лактобактерий с мальтодекстрином); 2-я группа опытная – введение крысам перед кормлением синбиотической композиции № 2 (лиофилизированные культуры лактобактерий с мальтодекстрином и пищевым цитрусовым волокном); 3-я группа опытная – введение крысам перед кормлением синбиотической композиции № 3 (лиофилизированные культуры лактобактерий с мальтодекстрином и пектином); 4-я группа опытная – введение крысам перед кормлением синбиотической композиции № 4 (лиофилизированные культуры лактобактерий с мальтодекстрином, пищевым цитрусовым волокном и пектином).

Значения показателей микробиологических исследований фекалий крыс представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты микробиологических исследований после введения синбиотических композиций, lgКОЕ/г

Показатель	Контрольная группа	1-я группа опытная	2-я группа опытная	3-я группа опытная	4-я группа опытная
3-и сутки					
Лактобактерии	7,20±0,16	7,46±0,19	7,73±0,23	7,48±0,19	7,80±0,16*
БГКП	4,20±0,16	4,16±0,14	3,91±0,15	3,86±0,13	3,84±0,10
ОМЧ	7,45±0,19	7,75±0,19	7,83±0,15	7,61±0,20	8,05±0,19*
7-е сутки					
Лактобактерии	7,18±0,14	7,57±0,19	7,62±0,13*	7,86±0,21*	7,96±0,15*
БГКП	4,19±0,16	4,08±0,13	3,88±0,15	3,75±0,14*	3,71±0,09*
ОМЧ	7,49±0,18	7,86±0,20	7,66±0,20	8,05±0,12*	8,12±0,18*
10-е сутки					
Лактобактерии	7,22±0,14	7,62±0,20	7,68±0,13*	7,91±0,22*	8,04±0,15*
БГКП	4,23±0,16	3,93±0,12	3,85±0,14	3,68±0,13*	3,64±0,09*
ОМЧ	7,62±0,16	7,99±0,18	7,72±0,20	8,07±0,12*	8,19±0,17*

* − разница с контрольной группой достоверна ($p \leq 0,05$)

На раннем этапе (3-и сутки) наиболее заметный положительный эффект проявила 4-я опытная группа, где применялась синбиотическая композиция № 4. В этой группе зафиксировано достоверное увеличение лактобактерий на 8,33% ($p \leq 0,05$) и ОМЧ на 8,05% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем. Количество БГКП снизилось на 8,57%, однако это изменение не достигло статистической

достоверности. В остальных опытных группах (1–3) значимых сдвигов на этом этапе не отмечено, что указывает на более быструю активацию микробиоты под влиянием композиции № 4.

На 7-е сутки опыта в показателе лактобактерий достоверные изменения относительно контроля установлены во 2-й, в 3-й и 4-й опытных группах, увеличение составило 9,47 % ($p \leq 0,05$), 6,13 % ($p \leq 0,05$) и 10,86 ($p \leq 0,05$), в порядке указанных групп. Достоверность в изменениях БГКП отмечена в 3-й и 4-й опытных группах – снижение на 10,50 % и 11,46 % ($p \leq 0,05$), а ОМЧ увеличилось на 7,47 % и 8,41 % ($p \leq 0,05$).

К финалу эксперимента (10-е сутки) положительные сдвиги усилились. Количество лактобактерий достоверно увеличилось во 2-й, 3-й и 4-й группах: на 6,37% ($p \leq 0,05$) во 2-й, на 9,56% ($p \leq 0,05$) в 3-й и на 11,36% ($p \leq 0,001$) в 4-й – последний показатель особенно высок и статистически надежен. Для сравнения, в 1-й группе рост составил 5,54%, но без статистически достоверного преимущества.

Снижение БГКП во 1-й и 2-й группах достигло 7,09% и 8,98% соответственно, однако разница с контролем была недостоверной. В 3-й и 4-й группах эффект оказался значимым: снижение на 13,00% и 13,95% ($p \leq 0,05$).

ОМЧ возросла во всех группах: на 4,85% в 1-й и 1,31% во 2-й (без достоверности), а в 3-й и 4-й — достоверно на 5,91% и 7,48% ($p \leq 0,05$).

Выводы. Таким образом, по совокупности проведённых микробиологических исследований и полученным результатам наилучшие показатели были установлены в 4-й опытной группе, где в качестве компонентного состава применяли смесь лиофилизированных лактобактерий в сочетании с мальтодекстрином, пищевым цитрусовым волокном и пектином. Данная композиционная смесь стала основой для разработки эффективной синбиотической кормовой добавки.

научный руководитель - Лысенко Ю.А., доктор биол. наук, доц., Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

Список литературы

1. Анализ, выделение и идентификация микробиома из слепых отростков кишечника промышленных свиней / Ю. А. Лысенко, А. Г. Кощаев, В. А. Беляк [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 168–183.
2. Выделение и идентификация бактерий желудочно-кишечного тракта животных (№ 13-5-02/1043) : метод. рекомендации. – М. : МСХ РФ, 2004. – 84 с.
3. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС «О защите животных, использующихся для научных целей» от 22.09.2010. – 50 с. .
4. Исследование технологической функциональности цитрусовых волокон в производстве мороженого сливочного и пломбира / А. А. Творогова, И. А. Гурский, Н. В. Казакова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2023. – № 8. – С. 6–9.
5. Мальтодекстрин - углеводный ингредиент для производства продуктов детского питания / С. В. Симоненко, Т. А. Антипова, С. В. Фелик, Е. С. Симоненко // Пищевая промышленность. – 2021. – № 6. – С. 8–11.
6. Мамедов, Э. И. Возможности биомедицинского применения модифицированных пектинов / Э. И. Мамедов, Е. С. Дергунова, Е. Н. Калмыкова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 77–85.
7. Миронов, А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов. – Москва : Гриф и К, 2012. – 944 с.
8. Патент № 2409992 C2 Российская Федерация, МПК A23L 1/308. Волокна цитрусового фрукта в эмульсиях : № 2008104418/10 : заявл. 03.07.2006 : опубл. 27.01.2011 / Й. Г. Р. Ванхемелрийк, К. Х. Маккрае.
9. Продуктивность и качество яйца кур-несушек при использовании в их рационе комплексной кормовой добавки / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 2. – С. 97-101.
10. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14 ноября 2023 г. № 33 «О Руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований».
11. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ : учеб. пособие для системы послевуз. проф. образования врачей / Науч. центр экспертизы средств мед. применения; под общ. ред. Р. У. Хабриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина: Шико, 2005. – 826 с.
12. Типсина, Н. Н. Детоксицирующие свойства пектина из мелкоплодных яблок Сибири / Н. Н. Типсина, А. Е. Туманова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 1. – С. 19–21.
13. Шантыз, А. Х. Влияние пробиотической кормовой добавки на продуктивные качества телят / А. Х. Шантыз, И. С. Коба, Е. Ю. Марченко // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : Сборник тезисов по материалам IV Национальной конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 51.
14. Шантыз, А. Х. Хроническая токсичность кормовой добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 161. – С. 52–60.

15. Эффективность применения комплексного кормового гидролизата в рационе цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 1. – С. 95–100. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-20.
16. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes: Council of Europe 18.03.1986. – Strasbourg, 1986. – 52 p.
17. Guide for the care and use of laboratory animals: National Research Council (US) Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. – Washington, D. C.: Nat. acad. press, 1996. – 154 p.

УДК 619:615.211:617-089:636.7

Цветкова Е.А., Вахитов И.И., Хайруллин Д.Д.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОПОФОЛА И КОМБИНАЦИИ КСИЛАЗИНА С ЗОЛЕТИЛОМ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У СОБАК

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ использования наиболее часто применяемых анестезиологических препаратов: пропофола и комбинации ксилазина с золетилом при хирургических вмешательствах различной сложности у собак. Описаны особенности действия препаратов, их влияние на болевой синдром, качество анестезии, стабильность физиологических показателей и безопасность. Целью работы являлось провести сравнительную оценку эффективности, безопасности и наблюдения за течениями стадий наркоза двух анестезиологических схем у собак. Проведенное сравнительное исследование позволило выявить различия в клиническом применении двух анестезиологических схем. Пропофол является препаратом выбора для быстрой и контролируемой индукции в наркоз. Комбинация Ксилазин + Золетил представляет собой эффективный и относительно простой в применении, который обеспечивает стабильную хирургическую стадию наркоза с минимальным риском внезапной дыхательной депрессии. Установлено, что выбор анестезиологической схемы должен быть строго индивидуальным и основываться на оценке физиологического статуса животного.

Ключевые слова: анестетики, наркоз, пропофол, золетил, ксилазин, собаки, сравнительный анализ.

Обеспечение эффективной и безопасной общей анестезии является краеугольным камнем современной ветеринарной хирургии. Идеальный анестезиологический протокол должен сочетать в себе гипноз, аналгезию, миорелаксацию и минимальное влияние на гомеостаз. Среди множества схем для мелких домашних животных широкое распространение получили как мононаркоз ультракороткодействующими препаратами (например, пропофол), так и комбинированные методы [3, 4, 5, 8, 11, 12].

Пропофол – небарбитуратный анестетик ультракороткого действия, характеризующийся быстрым наступлением эффекта, четкой управляемостью и относительно быстрым пробуждением. Однако он практически лишен анальгетических свойств и может вызывать дозозависимую депрессию дыхания и артериальную гипотензию [1, 2, 7].

Комбинация ксилазина (α2-адреномиметик) и золетила (смесь диссоциативного анестетика тилетамина и бензодиазепина золазепама) представляет собой другую популярную схему. Ксилазин обеспечивает седацию, легкую аналгезию и миорелаксацию, потенцируя и продлевая действие золетила, который, в свою очередь, дает глубокую диссоциативную анестезию и выраженную аналгезию. Данная комбинация позволяет снизить дозу каждого компонента, минимизируя побочные эффекты [1, 6, 9].

Выбор оптимального протокола зависит от множества факторов: вида, длительности и травматичности операции, физиологического статуса пациента [10]. Целью настоящего исследования явилось проведение сравнительного анализа клинической эффективности, безопасности и особенностей применения пропофола и комбинации ксилазин-золетил при плановых хирургических вмешательствах у собак.

Исследование проводилось в условиях ветеринарной клиники «116 Вет» в период с октября по декабрь. Было сформировано две группы клинически здоровых собак n= 15 в каждой группе разного возраста, пола и пород, которым планировались плановые хирургические вмешательства средней продолжительности (кастрация, овариогистерэктомия, иссечение новообразований).

Группа 1 (Пропофол): Премедикация осуществлялась препаратом вемелкам (действующее вещество Мелоксикам) в дозе 0,2 мг на 1 кг массы тела животного + контрапаин в дозе 0,1 мл на кг.

Индукция анестезии проводилась пропофолом внутривенно до достижения эффекта (доза в среднем 5-7 мг/кг. Поддержание анестезии обеспечивалось постоянной инфузией пропофола. Обязательно применялась дополнительная системная или регионарная аналгезия - лидокаин.

Группа 2 (Ксилазин + Золетил): Премедикация – атропином. Индукция и поддержание анестезии осуществлялись комбинированным внутримышечным / внутривенным введением ксилазина 0,2-0,5 мг/кг и золетила 2-5 мг/кг.

В ходе исследования регистрировались и оценивались следующие параметры: - Качество индукции: скорость наступления наркоза (сек), наличие/отсутствие стадии возбуждения; - Качество аналгезии: оценивалось по стабильности витальных функций в ответ на хирургическую стимуляцию (отсутствие тахикардии, гипертензии, двигательной реакции); - Стабильность физиологических показателей: частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД), сатурация кислорода (SpO^2), цвет слизистых оболочек каждые 5 минут; - Качество миорелаксации; - Качество и характеристика пробуждения: скорость, наличие тремора, дезориентации, рвоты; - Частота осложнений: апноэ, выраженная брадикардия, гипотензия, обильная саливация.

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам с использованием критерия достоверности по Стьюденту в MS Office Excel 2021.

Качество индукции и поддержания анестезии. В группе Пропофола индукция происходила значительно быстрее 35,1±2,1 секунд, сглаженно, но в 25% случаев наблюдалось кратковременное до 30,0±3,1 сек апноэ сразу после болюсного введения. Анестезия была легко управляемой, глубина быстро менялась при изменении скорости инфузии. В группе Ксилазин+Золетил индукция была более длительной 5 минут, характеризовалась спокойной седацией с плавным переходом в хирургическую стадию наркоза. Внезапной депрессии дыхания в момент индукции не отмечалось. Глубина анестезии была стабильной, но менее управляемой в ходе операции по сравнению с инфузией пропофола.

Аналгезия и стабильность витальных функций. Как и ожидалось, в группе Пропофола без сочетанного применения сильных анальгетиков отмечалась недостаточная аналгезия, что проявлялось тахикардией и повышением артериального давления при хирургической стимуляции. При адекватной дополнительной аналгезии показатели оставались стабильными. Комбинация Ксилазин+Золетил обеспечивала выраженную и продолжительную аналгезию. Показатели ЧСС и ЧДД оставались стабильными на протяжении всей операции, реакция на болезненные манипуляции отсутствовала. Однако для данной схемы была характерна умеренная брадикардия, вызванная действием ксилазина, которая купировалась предварительным введением атропина.

Пробуждение и восстановление. Пробуждение в группе Пропофола было быстрым в среднем через 12-15 минут после прекращения инфузии, как правило, спокойным, с быстрым восстановлением координации. В группе Ксилазин+Золетил восстановление было более длительным до 60-90 минут и более, часто сопровождалось дезориентацией, мышечным тремором, в отдельных случаях – рвотой. Полное восстановление моторных функций занимало больше времени (табл. 1).

Таблица 1 - Сравнения анестезирующих препаратов при применении у собак

Параметр	Пропофол	Ксилазин + Золетил
Анальгезия	Отсутствует, требует дополнительной аналгезии	Выраженная, стабильная на протяжении операции
Скорость индукции	Очень быстрая (20–40 сек)	Медленная (3–5 мин)
Глубина анестезии	Умеренная, управляемая	Глубокая, стабильная
Влияние на дыхание	Дозозависимая депрессия, риск апноэ при индукции	Умеренная депрессия, более стабильно
Влияние на ССС	Артериальная гипотензия	Выраженная брадикардия
Качество миорелаксации	Удовлетворительное	Хорошее
Пробуждение	Быстрое, спокойное	Длительное, возможна дезориентация, тремор
Пригодность для длительных операций	Да (в форме инфузии или с переходом на ингаляционную анестезию)	Ограниченно (ввиду фиксированной длительности действия)

Заключение. Проведенное сравнительное исследование позволило выявить четкие различия в клиническом применении двух анестезиологических схем.

Пропофол является препаратом выбора для быстрой и контролируемой индукции в наркоз, идеально подходит для поддержания анестезии при длительных и травматичных операциях, особенно в комбинации с ингаляционными анестетиками. Его ключевым недостатком является отсутствие анальгетического эффекта, что делает обязательным включение в протокол мощных анальгетиков (опиоидов, НПВС) или методов регионарной анестезии. Также требуется готовность к купированию потенциальной гипотензии и апноэ.

Комбинация Ксилазин + Золетил представляет собой эффективный и относительно простой в применении протокол для кратковременных и операций средней продолжительности, где важна выраженная самостоятельная аналгезия. Она обеспечивает стабильную хирургическую стадию наркоза с минимальным риском внезапной дыхательной депрессии. Основными минусами являются длительное и не всегда комфортное восстановление, а также ограниченная управляемость и выраженное влияние на сердечный ритм.

Таким образом, выбор анестезиологической схемы должен быть строго индивидуальным и основываться на оценке физиологического статуса животного, планируемой длительности и инвазивности хирургического вмешательства, а также технических возможностях клиники для мониторинга и поддержки витальных функций.

Список литературы

1. Валиуллина, Д.Ф. Стерилизация собак методом электрокоагуляции яйцепроводов / Д.Ф. Валиуллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 216. – С. 52-56.
2. Гиляров А. М., Косырев В. П. Ветеринарная анестезиология и реаниматология. — Москва: КолосС, 2018. — 352 с.
3. Клименко А. В., Лебедев Г. В. Анестезиология и интенсивная терапия в ветеринарии: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 288 с.
4. Клинический опыт применения препаратов Везотил и Дексдомитор для введения кошек в наркоз / З. М. Зухрабова, И. Г. Галимзянов, Д. Ф. Валиуллина [и др.] // Актуальные вопросы клинической ветеринарной медицины : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию кафедры терапии и клинической диагностики с рентгенологией, Казань, 24 октября 2025 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2025. – С. 144-152.
5. Кречетова, М. П. Применение гомеопатических и нейроиммунобиологических препаратов при транспортировке и ветеринарном обследовании среди животных / М. П. Кречетова, О. В. Байматова, Д. Д. Хайруллин // Вестник научных конференций. – 2022. – № 5-2(81). – С. 49-51.
6. Кувикова, Е. С. Лечение инфекционного перитонита кошек / Е. С. Кувикова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 150-ЛЕТИЮ ФГБОУ ВО КАЗАНСКАЯ ГАВМ, Казань, 15–16 марта 2023 года. Том I. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2023. – С. 93-96.
7. Овариогистерэктомия и орхидэктомия у собак / Д. Ф. Валиуллина, В. В. Иванов, Ф. В. Шакирова, Ф. М. Нехайчик. – Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2024. – 118 с.
8. Овариогистерэктомия и орхидэктомия у собак : Учебно-методическое пособие для вузов / Д. Ф. Валиуллина, В. В. Иванов, Ф. В. Шакирова, Ф. М. Нехайчик. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 96 с.
9. Поляков Р.С., Ермаков А. И. Использование пропофола в анестезиологическом обеспечении мелких домашних животных. // Ветеринария сегодня. — 2019. — №2. — С. 34–40.
10. Сахаров А. В. Фармакология для ветеринарных врачей. — Москва: КолосС, 2017. — 448 с.
11. Тарасенко Л. А., Жданов В. М. Препараты для общей анестезии у мелких домашних животных. — Краснодар: КубГАУ, 2019. — 104 с.
12. Хайруллин, Д. Д. Сравнительный анализ анестезирующих средств в условиях РГВО Сабинского района Республики Татарстан / Д. Д. Хайруллин, А. Р. Полякова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Н.А. Крыловой, Казань, 28 марта 2025 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2025. – С. 538-542.

УДК 619:618.19-002:636.2

Хайруллин Д.Д., Гибадуллин Р.Р.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ В УСЛОВИЯХ ООО «КИЧУЧАТ» АЛЬМЕТЬЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. Воспаление молочной железы, проявляющиеся в ответ на воздействие определенных негативных факторов окружающей среды, в основном возникают при снижении резистентности организма животных. После отёла корова ослаблена и её здоровья ухудшался под воздействием окружающих факторов. Из-за проникновения патогенной бактерии в вымя приводит к инфицированию. Целью нашей работы являлось изучение разных схем лечения маститов у коров химиотерапевтическими средствами. По результатам исследования установлено, что из числа коров,

подвергнутых исследованию, положительная реакция на мастит у 8 животных (30,7%), из них у 6 коров – субклиническая (23%) и у 3 голов – клиническая форма мастита (11,5%). При определении чувствительности к антибактериальному препарату установлено чувствительность к тетрациклину, левомицитину и ампициллину. Количества соматических клеток к концу исследования разными препаратами привело к снижению от 425,10±25,02 тыс/мл. до 252,72±8,02 тыс/мл. Гематологические показатели у коров первой группы к концу лечения увеличилось на 3,7% при применении противомаститного препарата. Во второй группе, содержание гемоглобина увеличилось на 4,5%. Экономическая эффективность при лечении мастита коров препаратом Мастилекс до полного клинического выздоровления потрачено 663 рубля, как в то время вторым противомаститным препаратом Ваккамаст потрачено 417 рубля, что дешевле на 246 рублей или лечение обошелся дешевле на 63%.

Ключевые слова: мастит, молоко, соматические клетки, коровы, лечение

Известно, что маститом заболевают больше высокоудойные коровы. Когда они заболевают, происходит, большие потери молока на одну корову составляют в среднем 17-22% годового удоя. У некоторых коров даже при успешном лечении прежние надой вообще не восстанавливаются из-за необратимых изменений в молочной железе [3, 4, 5]. Есть данные, что 24% переболевших маститом коров выбраковываются из-за атрофии четвертей молочного соска. От каждой переболевшей коровы теряют по 2-3 теленка, а надой молока снижается на 15-17% [1, 2].

Считается, что, до сих пор нет гарантированных методов защиты коров от воспаления молочной железы. Необходимо использование более совершенных профилактических мероприятий, которые включали бы в себя регулярное выявление и лечение больных животных, соблюдение строгих мер по технологии доения, надежной дезинфекции доильной аппаратуры перед дойкой и санитарной обработки сосков вымени эффективными препаратами после доения [4, 5].

Целью нашей работы являлось изучение схем лечения маститов у коров разными химиотерапевтическими средствами.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить причины возникновения и уровень заболеваемости коров с поражением четвертей вымени;

2. Изучить морфологические показатели крови коров;

3. Изучить экономическую эффективность химиотерапевтических средств.

Таким образом, поиск новых методов ранней диагностики воспаления молочной железы, изыскание новых более эффективных лечебных препаратов и разработка схем их применения для лечения и профилактики мастита, безусловно, актуальны и сегодня.

Работа проводилась в период преддипломной практик с 12 мая по 08 июня 2025 года. Исследования проводились на молочно–товарной ферме в условиях ООО «Кичучат» Альметьевского района Республики Татарстан в селе Кичучатова.

Объектом исследования являлись коровы (больные маститом) черно–пестрой голштинизированной породы, которые были разделены на 2 группы (первая и вторая) по 4 голов в каждой, которые в последующем подвергали разным схемам лечения с использованием антибактериальных препаратов. Измеряли температуру тела животных, частоту пульса и дыхание. Диагноз на мастит у коров ставили по выраженным клиническим признакам.

Определение количества соматических клеток проводили с помощью прибора «Соматос–мини» (ГОСТ Р 54077-2010). Гематологические исследования проводили в государственном бюджетном учреждении «Альметьевское районное государственное ветеринарное объединение».

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам с использованием критерия достоверности по Стьюденту в MS Office Excel 2021.

При первичном осмотре, пальпации, термометрии измерении пульса, дыхания и пробном доении отличительных особенностей выявлено не было. Температура тела у коров была в значениях от 38,5 до 39,5^{o}C. Для исследований, было, приготовлено 5% раствор димастина на прокипяченной теплой воде. В каждое углубление пластинки из соответствующей четверти вымени надаивали по 1 мл молока и добавляли 1 мл димастина при помощи с пипетки. Смесь молока с реактивом путем перемешивания стеклянной палочкой в каждой лунке в течение 17 секунд. За время практики обследовано 26 лактирующих коров. При этом установлен разный уровень частоты возникновения и степени проявления мастита у коров результаты, которых представлены на рисунке 1.

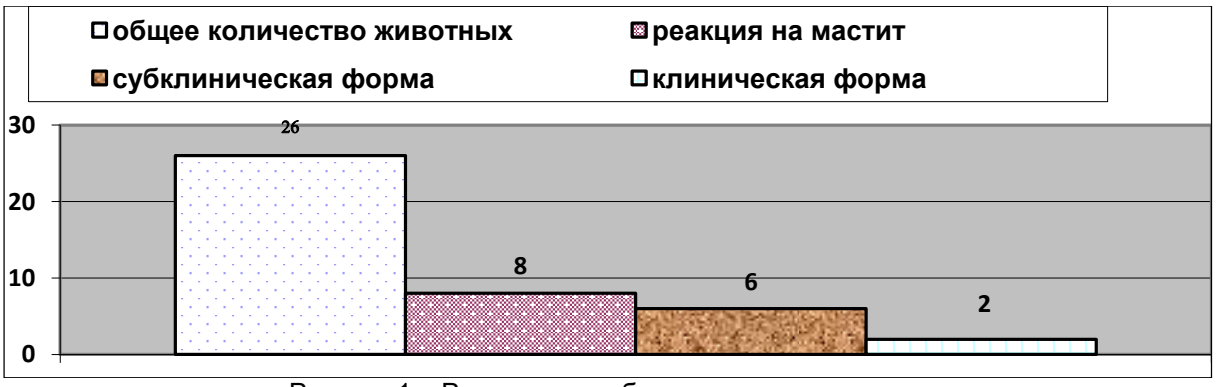


Рисунок 1 – Результаты заболеваемости коров маститом

Установлено, что из числа коров, подвергнутых исследованию, положительная реакция на мастит у 8 животных (30,7%), из них у 6 коров – субклиническая (23%) и у 3 голов – клиническая форма мастита (11,5%).

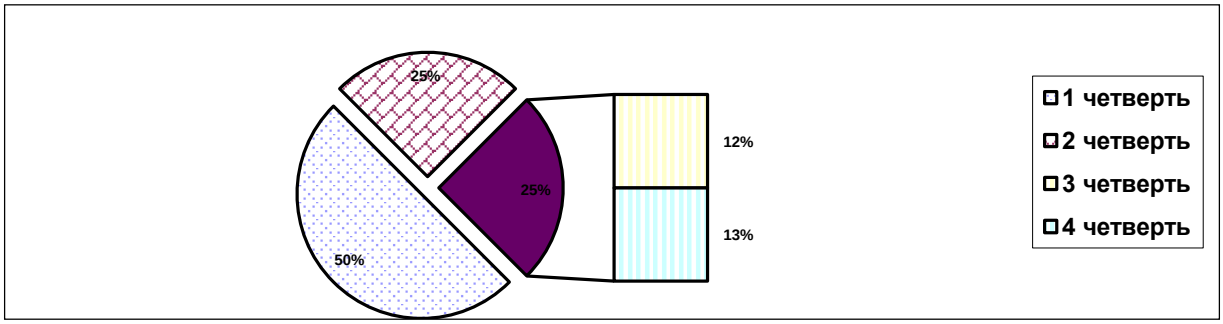


Рисунок 2 – Поражение четвертей вымени, %

При определении поражений четвертей вымени, установлено, что поражение одной четверти вымени было у четырех голов (49%), поражение двух четвертей – у двух голов (25%), поражение трех четвертей – у 1 головы (13%) и поражение четырех четвертей вымени – у одной головы (13%) (рисунок 2).

В начале, а затем через 24 и 72 часа после применения препаратов проводили отбор проб молока. Производили до и после подсчет количества соматических клеток в молоке результаты, которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество соматических клеток в молоке при использовании разных противомаститных препаратов

Время отбора проб молока, час	Группа животных	
	первая Мастилекс	вторая Ваккамаст
Начальные показатели, (тыс/мл)	425,10±25,02	399,47±23,41
Через 24 часа, (тыс/мл)	354,07±15,47	304,78±13,78
Через 72 часа (тыс/мл)	284,01±8,14	252,72±8,02

Как видно из представленных данных таблицы, после интрацистернального введения противомаститных препаратов первой группе животных в пробах секрета молока вымени происходило снижение количества соматических клеток: через 24 часа с 425,10±25,02 до 354,07±15,47 тыс/мл, и наблюдали снижения через 72 ч – до 284,01±8,14 тыс/мл.

При применении противомаститного препарата второй группе коров в пробах секрета молока вымени происходило снижение количества соматических клеток от 399,47±23,41 тыс/мл. через 24 часа наблюдали снижение до 304,78±13,78 тыс/мл. и по истечении 72 часов наблюдали его снижение до 252,72±8,02 тыс/мл.

По полученным результатам исследования гематологического состава крови подопытных животных установлено, что у животных первой и второй группы животных находились на уровне референсных значений (табл. 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели животных при применении препаратов

Показатель	Группа животных			
	первая группа		вторая группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Гемоглобин, х г/дл	9,32±0,21	9,68±0,16	9,42±0,17	9,87±0,61
Эритроциты, х 10^{12}/л	7,13±0,11	7,47±0,12	7,20±0,11	7,41±0,22
Лейкоциты, х 10^{9}/л	8,21±0,12	7,94±0,10	8,42±0,13	8,11±0,11
Гематокрит, %	31,21±0,11	30,14±0,77	32,12±0,71	31,07±0,23

Установлено, что количество гемоглобина у коров первой группы к концу лечения находилось на уровне (9,32±0,21) х г/дл, что его содержание к концу исследования увеличилось на 3,7%, при применении противомаститного препарата Мастилекс. Во второй группе, где применяли Ваккамаст содержание гемоглобина увеличилось на 4,5%. Количество эритроцитов в первой группе коров повысилось на 4,5%, во второй – на 2,8%. У коров, больных субклиническим маститом, до лечения содержание лейкоцитов в первой группе составило 8,21±0,12 х 10^{9}/л, что к концу лечения данный показатель соответствовал 7,94±0,10, что достоверно понизилась на 3,4%. Во второй группе коров данный показатель имел тенденцию снижения на 3,8%.

Причиной возникновения мастита вызван бактериальной инфекцией, которые попадали галактогенным путем. Гематологические показатели крови подопытных животных показало, что количество гемоглобина у коров первой группы к концу лечения увеличилось на 3,7% при применении первого противомаститного препарата. Во второй группе, содержание гемоглобина увеличилось на 4,5%. Экономическая эффективность при лечении мастита коров препаратом Мастилекс до полного клинического выздоровления потрачено 663 рубля, как в то время вторым противомаститным препаратом Ваккамаст потрачено 417 рубля, что дешевле на 246 рублей или лечение обошелся дешевле на 63%.

Список литературы

1. Клименок, М.В. Лечение мастита у коров в условиях промышленного комплекса / М.В. Клименок, В.В. Черненок // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение, Брянск, 03–04 апреля 2023 года / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет. - 2023. – С. 51-55.
2. Пряхина, Л.Д. Диагностика и лечение субклинического мастита у коров / Л.Д. Пряхина, Д. Ф. Валиуллина // Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о Земле: теоретические и прикладные аспекты: Материалы симпозиума XX (LII) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 22 апреля 2025 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2025. – С. 206-211.
3. Лечение коров при субклинических маститах / А.П. Овсянников, Д. Д. Хайруллин, Н.Ф. Садыков [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2024. – Т. 258, № 2. – С. 155-158.
4. Сравнительная оценка лечения субклинического мастита у коров / Д. Ф. Валиуллина, А.А. Сергеева, Д.С. Столбов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2023. – Т. 256, № 4. – С. 23-28.
5. Зиннатов, Ф.Ф. Использование ДНК технологий в молочном скотоводстве / Ф.Ф. Зиннатов, Д.Д. Хайруллин, Ф.Ф. Зиннатова // Физико-химическая биология как основа современной медицины: тезисы докладов участников Республиканской конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения В.А. Бандарина, Минск, 24 мая 2019 года / Белорусский государственный медицинский университет. Том Часть 1. – Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2019. – С. 109-111.

УДК 619:617.7-089

Волостнова Д.Н.
Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СЕКВЕСТРА РОГОВИЦЫ У КОШЕК ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЗРЕНИЯ

Аннотация. Секвестр роговицы является частым и серьезным заболеванием у кошек, приводящим к потере зрения при несвоевременном лечении. Целью исследования была разработка и оценка эффективности протокола ранней диагностики и хирургического лечения (послойной кератэктомии) для сохранения зрительной функции. В исследовании участвовало 30 кошек (35 глаз) с диагнозом «секвестр роговицы». Ранняя диагностика основывалась на оценке стадии процесса по оригинальной шкале с использованием биомикроскопии. Всем животным была проведена послойная кератэктомия с последующей пластикой конъюнктивальным лоскутом или применением амниотической мембраны. Результаты показали, что хирургическое вмешательство на I-II стадиях секвестра позволило сохранить зрение в 100% случаев, значительно сократило сроки заживления (до 14±2 дней) и минимизировало послеоперационные осложнения. Применение протокола раннего выявления и лечения является высокоэффективным для сохранения зрения у кошек с секвестром роговицы.

Ключевые слова: кошка, секвестр роговицы, послойная кератэктомия, конъюнктивальный лоскут, амниотическая мембрана, ранняя диагностика, сохранение зрения.

Секвестр роговицы (корнеальный секвестр) — это некроз стромы роговицы с отложением пигмента, характерное заболевание преимущественно для кошек брахицефалических пород (персидская, гималайская, экзотическая). Без своевременного лечения процесс прогрессирует, приводя к перфорации роговицы, эндофтальмиту и необратимой потере глаза как органа зрения [1, 2, 4]. Современные подходы к лечению являются преимущественно хирургическими, однако эффективность и прогноз напрямую зависят от стадии заболевания на момент вмешательства [3, 5]. Разработка четких критериев ранней диагностики и стандартизация хирургической техники остаются актуальными задачами ветеринарной офтальмологии [6].

Целью данного исследования явилась оценка эффективности авторского протокола раннего выявления и хирургического лечения секвестра роговицы у кошек для максимального сохранения зрительной функции.

Исследование проводилось в период с июня по декабрь 2025 г. на базе ветеринарного центра «Эсперанс» (Москва) и ветеринарной клиники «Гама» (Краснодар).

В исследование были включены 30 кошек (35 глаз) различных пород с установленным диагнозом «секвестр роговицы». Для ранней диагностики и определения стадии использовалась оригинальная клиническая шкала на основе биомикроскопических признаков (табл. 1). Стадию устанавливали до операции.

Таблица 1 − Критерии стадирования секвестра роговицы у кошек

Стадия	Клинические признаки (биомикроскопия)
I	Локальное помутнение стромы, легкая шероховатость эпителия, единичные точечные отложения пигмента
II	Четко очерченный очаг коричневого/черного цвета, не проникающий глубже 1/2 толщины стромы. Сосуды лимбальной зоны инъецированы
III	Глубокий секвестр (> $^1/_2$ стромы), выраженная васкуляризация, возможны признаки десцеметоцеле
IV	Перфорация роговицы в области секвестра, пролапс радужки

Всем животным под общей анестезией была выполнена хирургическая операция − послойная кератэктомия с полным удалением некротизированных тканей. При дефектах, затрагивающих до 50 % толщины роговицы (I-II стадии), дефект укрывали конъюнктивальным лоскутом на ножке (n = 20). При более глубоких дефектах (III стадия, n = 15) использовали трансплантацию консервированной амниотической мембраны.

Послеоперационное наблюдение включало ежедневный осмотр в течение 7 дней, затем на 14, 30, 60 и 90 сутки. Оценивали степень васкуляризации, скорость эпителизации, прозрачность роговицы, наличие осложнений и сохранность зрительной функции (тест на угрозу, прохождение по

лабиринту). Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента, различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Распределение пациентов по стадиям на момент операции: I стадия − 8 глаз, II стадия − 12 глаз, III стадия − 15 глаз. Случаев IV стадии в исследование не включали в связи с необходимостью проведения реконструктивных операций другого типа.

Результаты хирургического лечения в зависимости от стадии и метода пластики представлены в таблице 2.

Таблица 2 − Результаты хирургического лечения секвестра роговицы у кошек (n=35)

Группа (стадия/метод)	Количество глаз	Средний срок полной эпителизации, дней	Сохранение зрения через 90 дней, %	Осложнения
I-II (конъюнктивальный лоскут)	20	14,2±2,1	100,0	Незначительный отек лоскута (n = 3)
III (амниотическая мембрана)	15	21,5±3,4*	86,7	Локальный рецидив помутнения (n = 2), частичная резорбция мембраны (n=1)

Примечание: разница с контрольной группой достоверна * − ($p \leq 0,05$)

Динамика послеоперационного заживления и функциональные результаты существенно различались в зависимости от исходной стадии процесса и примененного метода хирургической пластики дефекта.

Группа I-II стадий (пластика конъюнктивальным лоскутом, n = 20). Полная эпителизация операционной зоны и надежная фиксация конъюнктивального лоскута наблюдались в среднем к 14,2±2,1 суткам. Уже на 3-5 сутки отмечалось начало неоваскуляризации трансплантата из лимбальной области. К 30-м суткам лоскут полностью васкуляризировался и интегрировался в окружающие ткани роговицы, представляя собой умеренно васкуляризированную, слегка возвышающуюся ткань. В период с 30 по 60 сутки начинался процесс «просветления» лоскута: происходило его постепенное истончение и уменьшение плотности сосудов. К 90-м суткам у 17 из 20 животных (85 %) в центральной оптической зоне удалось добиться формирования тонкого, полупрозрачного рубца, который не препятствовал прохождению света и формированию четкого изображения на сетчатке. У 3-х животных (15 %) сформировался более плотный лейком, несколько снижающий остроту зрения, однако сохранность зрительной функции (позитивная реакция на угрозу, свободная ориентация в незнакомом помещении) была подтверждена у всех 20 животных (100%). Из осложнений отмечен незначительный послеоперационный отек лоскута у 3-х животных (15 %), который купировался самостоятельно в течение 3-5 дней на фоне стандартной местной терапии.

Группа III стадии (пластика амниотической мембраной, n = 15). Процесс заживления в этой группе протекал медленнее и составил в среднем 21,5±3,4 суток, что статистически значимо ($p \leq 0,05$) больше, чем в группе с конъюнктивальным лоскутом. Данная динамика обусловлена большей площадью и глубиной исходного дефекта роговицы. Амниотическая мембрана выполняла роль биологического каркаса, способствуя направленной миграции и пролиферации кератоцитов. Васкуляризация зоны трансплантации также развивалась медленнее и была менее выраженной. Несмотря на увеличенные сроки реабилитации, метод показал высокую эффективность в сохранении анатомической целостности глазного яблока. К 90-м суткам у 13 из 15 животных (86,7 %) была подтверждена сохранная зрительная функция. У 2-х животных (13,3 %) сформировался выраженный плотный рубец (лейкома), значительно снизивший остроту зрения на прооперированном глазу, однако даже в этих случаях глазное яблоко было сохранено как орган, а животные демонстрировали светоощущение и частичную ориентацию.

Сравнительный анализ осложнений выявил следующие различия:

- В группе с конъюнктивальным лоскутом (I-II ст.) осложнения носили временный характер и были связаны с послеоперационным отеком.
- В группе с амниотической мембраной (III ст.) зафиксировано два типа осложнений: формирование значительного помутнения в зоне операции (2 случая, 13,3 %) и частичная резорбция мембраны с замедлением эпителизации (1 случай, 6,7 %), что потребовало продления медикаментозной терапии.

Оценка отдаленных результатов (через 90 дней) по комплексному критерию «сохранение функционального зрения» показала: эффективность 100 % для хирургического лечения на I-II стадиях

с применением конъюнктивального лоскута. Эффективность 86,7 % для лечения на III стадии с применением амниотической мембраны.

Таким образом, полученные данные наглядно демонстрируют прямую корреляцию между стадией патологического процесса на момент вмешательства и окончательным функциональным исходом. Ранняя диагностика и хирургическое лечение на этапах формирования секвестра (I-II стадии) являются определяющими факторами для достижения оптимального результата – сохранения высокой остроты зрения у пациентов.

Выводы. Разработанный протокол ранней диагностики секвестра роговицы на основе клинической шкалы стадирования позволяет объективно оценить степень поражения и определить оптимальную хирургическую тактику. Послойная кератэктомия с пластикой конъюнктивальным лоскутом, выполненная на I-II стадиях секвестра, является высокоэффективным методом лечения, обеспечивающим сохранение зрения в 100 % случаев, быстрое заживление и минимальное количество осложнений. При глубоких поражениях (III стадия) применение амниотической мембраны после кератэктомии является предпочтительным методом, позволяющим сохранить глаз и зрительную функцию у подавляющего большинства пациентов. Раннее обращение к специалисту и своевременное хирургическое вмешательство являются ключевыми факторами успешного лечения секвестра роговицы и сохранения зрения у кошек.

научный руководитель - Лысенко Ю.А., доктор биол. наук, доцент

Список литературы

1. Бодрягина, Е. С. Клинико-морфологическая характеристика, диагностика и лечение корнеального секвестра кошек : специальность 16.00.05 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Бодрягина Елена Сергеевна. – Москва, 2009. – 151 с.
2. Габитабс − новый подход к лечению идиопатического цистита кошек / Н. О. Костянко, А. Х. Шантыз, И. С. Жолобова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 1(22). – С. 47-62.
3. Дубенцов, А. С. Хирургическое лечение язвы роговицы с последующей конъюнктивальной транспозицией при корнеальном секвестре / А. С. Дубенцов, Л. А. Мингалеева // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта 2023 года. Том 2. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 21.
4. Назаров, А. Ю. Оперативное лечение корнеальных секвестров у кошек / А. Ю. Назаров, А. О. Минина // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 2. – С. 72-74. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2024.2.72.
5. Сабурова, А. Д. Хирургическое лечение корнеального секвестра у кошек / А. Д. Сабурова, М. А. Казанина // Студент и аграрная наука : материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Уфа, 05–06 марта 2024 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2024. – С. 345-347.
6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624180 Российская Федерация. «Тениидозы собак и кошек» : № 2024623950 : заявл. 19.09.2024 : опубл. 25.09.2024 / Ю. А. Лысенко, А. В. Лунева, Е. С. Латынина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

УДК 619:616.37-002-07

Тетюков М.А.
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ СИНДРОМА СИСТЕМНОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА У ЖИВОТНЫХ С ПАНКРЕАТИТОМ

Аннотация. Синдром системного воспалительного ответа (ССВО) является частым и прогностически неблагоприятным осложнением острого панкреатита (ОП) у животных, ведущим к полиорганной дисфункции. Целью исследования была разработка и валидация практической балльной системы для раннего выявления ССВО у собак с ОП. В проспективное исследование включено 48 собак с верифицированным ОП. На основе анализа клинических, лабораторных и инструментальных данных были выделены ключевые критерии и разработана 12-балльная шкала (Шкала СП-ССВО), включающая тахипноэ, гипотермию/гипертермию, тахикардию, лейкоцитоз/лейкопению, тромбоцитопению и уровень лактата в крови. Пороговым значением для диагностики ССВО установлена сумма ≥4 баллов. Чувствительность и специфичность системы составили 92,3 % и 94,1 % соответственно. Применение шкалы позволило диагностировать ССВО в среднем на 12-18 часов раньше, чем при использовании только традиционных клинических признаков. Наличие ССВО (≥4 баллов) было достоверно ($p \leq 0,01$) ассоциировано с увеличением

длительности госпитализации в 1,8 раза и ростом летальности с 8,3 % до 46,2 %. Разработанная шкала является эффективным инструментом для скрининга и объективизации ССВО, позволяющим оптимизировать лечебную тактику и улучшить прогноз у собак с острым панкреатитом.

Ключевые слова: собака, острый панкреатит, синдром системного воспалительного ответа (ССВО), диагностика, балльная система, прогноз, лактат

Острый панкреатит (ОП) представляет собой тяжелое воспалительное заболевание, в патогенезе которого ключевую роль играет преждевременная активация протеаз и массивный выброс провоспалительных цитокинов (IL-1β, IL-6, TNF-α). Этот каскад зачастую приводит к развитию синдрома системного воспалительного ответа (ССВО) – универсальной реакции организма на эндогенное или экзогенное повреждение [1, 2, 8]. У животных с ОП развитие ССВО является критическим моментом, предшествующим синдрому полиорганной дисфункции (СПОД) и значительно ухудшающим прогноз [3-6]. Несмотря на общепринятые человеческие критерии ССВО (модифицированные для животных), их практическое применение в ветеринарной гастроэнтерологии остается нестандартизированным и субъективным [7, 9]. Существует потребность в простом, воспроизводимом и валидированном диагностическом инструменте, позволяющем на ранней стадии идентифицировать пациентов с высоким риском развития системных осложнений ОП.

Целью исследования была разработка, апробация и оценка прогностической значимости оригинальной балльной системы для раннего выявления ССВО у собак с острым панкреатитом.

Проведено проспективное обсервационное когортное исследование. Критерии включения: клинические и ультразвуковые признаки ОП, повышение активности сывороточной панкреатической липазы (Spec cPL) > 400 мкг/л. Критерии исключения: хроническая почечная недостаточность, неоплазия, сопутствующий диабетический кетоацидоз.

Всего обследовано 48 собак различных пород. Пациенты разделены на 2 группы:

Группа 1 (основная) − собаки с ОП, у которых в течение 72 часов от поступления развился ССВО (n=26).

Группа 2 (контрольная) − собаки с ОП без признаков ССВО (n=22). Наблюдение осуществляли в течение всего периода госпитализации.

На основании анализа литературы и ретроспективных данных [3, 6, 8] были отобраны 6 ключевых параметров с присвоением баллов (0-2) в зависимости от отклонения от референсных значений. Разработана «Шкала СП-ССВО (Собаки-Панкреатит-ССВО)»:

1. Частота дыхательных движений (ЧДД): <20 или >30 в мин = 1 балл; >40 в мин = 2 балла.
2. Температура тела: <37,8 °C или >39,4 °C = 1 балл; <37,2 °C или >40,0 °C = 2 балла.
3. Частота сердечных сокращений (ЧСС): >120 уд/мин = 1 балл; >140 уд/мин = 2 балла.
4. Количество лейкоцитов: <6,0 или >16,0 х 10^9/л = 1 балл; <4,0 или >25,0 х 10^9/л = 2 балла.
5. Количество тромбоцитов: <150 х 10^9/л = 1 балл; <100 х 10^9/л = 2 балла.
6. Уровень лактата в венозной крови: >2,5 ммоль/л = 1 балл; >4,0 ммоль/л = 2 балла.

Порог диагностики ССВО – сумма ≥4 баллов. Оценка по шкале проводилась при поступлении и каждые 12 часов.

Для статистического анализа использовали критерий Манна-Уитни, точный критерий Фишера, ROC-анализ. Рассчитывали чувствительность (Se), специфичность (Sp), положительную и отрицательную прогностическую ценность (ППЦ и ОПЦ).

Валидация Шкалы СП-ССВО. ROC-анализ подтвердил высокую дискриминационную способность шкалы (площадь под кривой AUC = 0.94; 95% ДИ: 0,87-0,98). Порог в 4 балла показал оптимальное соотношение Se/Sp: 92,3% и 94,1% соответственно. ППЦ составила 92,3%, ОПЦ – 94,1%. Применение шкалы позволило установить диагноз ССВО в среднем на 14,5±3,2 часа раньше, чем на основании классической клинической оценки ветеринарным врачом (основанной на констатации наличия минимум 2-х из 4-х общих критериев). Сравнительный анализ групп представлен в таблице 1.

Таблица 1 − Сравнение показателей у собак с ОП при поступлении

Показатель	Группа 1 (ОП+ССВО, n=26)	Группа 2 (ОП без ССВО, n=22)	p-value
Балл по Шкале СП-ССВО	5,4±1,1	1,8±0,9	≤0,001
Активность Spec cPL, мкг/л	898,0±215,0	645,0±178,0	≥0,05
Лактат, ммоль/л	3,08±0,9	1,6±0,4	≤0,001
Тромбоциты, х10^9/л	112,0±35,0	285,0±71,0	≤0,01
Гематокрит, %	48,5±7,2	45,8±5,1	≥0,05

Ключевым дифференцирующим показателем уже при поступлении является интегральный балл по шкале СП-ССВО. Статистически значимая разница (p≤0,001) между медианными значениями в группах (5,4±1,1 баллов против 1,8±0,9 балла) не только подтверждает валидность самой шкалы, но

и указывает на то, что системный воспалительный ответ формируется в самые ранние сроки развития панкреатита. Это подчеркивает необходимость не разового, а динамического применения шкалы при мониторинге состояния пациента.

Наиболее информативными лабораторными предикторами развития ССВО, согласно табличным данным, выступили уровень лактата и количество тромбоцитов. Гиперлактатемия (>2,5 ммоль/л), зафиксированная у 92,3% животных в группе ОП+ССВО, является прямым маркером тканевой гипоперфузии и перехода на анаэробный гликолиз. Это следствие развивающейся гиповолемии, вазодилатации и эндотоксикоза, характерных для тяжелого воспаления. Сочетанная тромбоцитопения (у 80,8% животных этой же группы) указывает на активное потребление тромбоцитов в процессе диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС-синдрома), которое инициируется массивным выбросом провоспалительных цитокинов. Таким образом, комплекс «гиперлактатемия + тромбоцитопения» можно рассматривать как высокоспецифичный лабораторный синдром, предвещающий или сопровождающий дебют ССВО.

Анализ клинических параметров демонстрирует классическую компенсаторную реакцию организма на системный кризис. Тахикардия и тахипноэ в группе с ССВО отражают попытку сердечно-сосудистой и дыхательной систем поддержать достаточный сердечный выброс и оксигенацию на фоне сниженной сосудистой резистентности и метаболического ацидоза. Особого внимания заслуживает параметр температуры тела. Вопреки расхожему мнению о лихорадке как атрибуте воспаления, у большинства животных с ССВО регистрировалась нормо- или гипотермия. Этот парадоксальный, но прогностически неблагоприятный признак свидетельствует о нарушении центральных механизмов терморегуляции и истощении компенсаторных резервов.

Важным выводом, который следует из данных таблицы, является отсутствие прямой корреляции между абсолютным значением активности панкреатической липазы (Spec cPL) и тяжестью системных проявлений. Это подтверждает современную парадигму, согласно которой прогноз при ОП определяется не столько степенью повреждения ацинарных клеток железы, сколько силой и неадекватностью системного иммунного ответа на это повреждение.

Выводы:

1. Разработанная Шкала СП-ССВО, включающая 6 клинико-лабораторных параметров, является высокочувствительным (92,3%) и специфичным (94,1%) инструментом для ранней объективной диагностики синдрома системного воспалительного ответа у собак с острым панкреатитом.
2. Ключевыми ранними маркерами, ассоциированными с развитием ССВО, являются повышение уровня лактата в крови (>2,5 ммоль/л) и тромбоцитопения (<150 х 10^9/л), что требует их обязательного мониторинга при ведении пациентов с ОП.
3. Диагностика ССВО с применением балльной системы позволяет выявить группу высокого риска на 12-18 часов раньше, чем при стандартном клиническом осмотре, что создает «терапевтическое окно» для начала агрессивной инфузионной и патогенетической терапии.
4. Наличие ССВО (сумма ≥4 баллов по шкале) является статистически значимым прогностическим фактором, коррелирующим с увеличением летальности в 5,5 раз, ростом длительности лечения и высоким риском развития синдрома полиорганной дисфункции.
5. Внедрение предложенной шкалы в рутинную клиническую практику ветеринарных лечебных учреждений способствует стандартизации диагностики, стратификации риска и оптимизации лечебных подходов у собак с тяжелым острым панкреатитом.

научный руководитель - Лунева А.В., доктор биол. наук, доцент

Список литературы

1. Беляк, В. А. Стафилодермия у собак и способы их лечения / В. А. Беляк, А. П. Седашев // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 304-307.
2. Габитабс − новый подход к лечению идиопатического цистита кошек / Н. О. Костянко, А. Х. Шантыз, И. С. Жолобова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 1(22). – С. 47-62.
3. Дементьева, Д. О. Диагностика острого панкреатита у собак / Д. О. Дементьева // Студенты - науке и практике АПК : Материалы 110-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 30 мая 2025 года. – Витебск, 2025. – С. 10.
4. Диденко, Д. В. Распространенность, этиология и диагностика панкреатита у собак / Д. В. Диденко, А. В. Колтан, В. П. Дорофеева // Интеграция современных научных исследований в развитие общества : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Кемерово, 05 мая 2017 года / Западно-Сибирский научный центр. Том 2. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2017. – С. 155-156.
5. Лобай, Д. Н. Профилактика острого панкреатита у собак / Д. Н. Лобай // Наука и молодёжь: новые идеи и решения : материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей,

Волгоград, 20–22 марта 2024 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. – С. 263-264.
6. Максимович, Д. М. Оценка экономической эффективности мероприятий по лечению собак при панкреатите / Д. М. Максимович // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 986-989.
7. Рациональная фармакотерапия при панкреатите у собак / Н. В. Федота, Б. М. Багамаев, Н. И. Тарануха [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 154. – С. 1-7.
8. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624180 Российская Федерация. «Тениидозы собак и кошек» : № 2024623950 : заявл. 19.09.2024 : опубл. 25.09.2024 / Ю. А. Лысенко, А. В. Лунева, Е. С. Латынина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».
9. Черданцев, Д. В. Некоторые особенности патогенеза синдрома системного воспалительного ответа у больных острым панкреатитом / Д. В. Черданцев // Вестник Клинической больницы №51. – 2009. – Т. 3, № 5. – С. 17-22.

УДК 591.05:616-092.9

Колесникова А.В.
Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

РОЛЬ СРЕДОВОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ЛИНИИ WISTAR

Аннотация. Стандартные условия содержания лабораторных животных, лишенные комплексной стимуляции, могут являться источником хронического стресса, негативно влияющего на репродуктивную функцию. Целью исследования была комплексная оценка влияния долгосрочного физического и когнитивного обогащения среды (environmental enrichment, EE) на показатели воспроизводства, поведение и эндокринный статус у лабораторных крыс линии Wistar. В ходе 120-суточного эксперимента сформированы две группы животных (n=30 пар в каждой): контрольная (стандартные клетки) и опытная (клетки, оборудованные многоуровневыми платформами, тоннелями, колесами, лабиринтами и сменными игровыми объектами). Установлено, что обогащение среды достоверно ($p \leq 0,01$) повысило фертильность самок на 18,5 %, увеличило средний размер помета на 22,3 % и снизило процент пренатальной гибели на 41,7 %. У потомства опытной группы отмечено ускорение темпов постнатального развития (открытие глаз, реакция на звук) и улучшение когнитивных функций в поведенческих тестах. Анализ гормонального профиля выявил снижение базального уровня кортикостерона и повышение концентрации лептина у животных из обогащенной среды. Полученные результаты доказывают, что целенаправленное обогащение среды является эффективным неинвазивным инструментом для существенного повышения качества воспроизводства, улучшения благополучия и получения более жизнестойкого, стандартизированного лабораторного поголовья.

Ключевые слова: лабораторные крысы, обогащение среды, репродуктивный потенциал, фертильность, благополучие животных, хронический стресс, кортикостерон, постнатальное развитие.

Современная биоэтика и требования международных стандартов (Директива 2010/63/EU, Guide for the Care and Use of Laboratory Animals) ставят во главу угла принцип благополучия лабораторных животных. Одним из ключевых инструментов его обеспечения признано обогащение среды (environmental enrichment, EE) – модификация условий содержания для стимуляции видовоспецифичного поведения и удовлетворения когнитивных, физических и социальных потребностей [1, 2, 7]. В то время как положительное влияние EE на нейрогенез, снижение тревожности и стресс-реактивность хорошо изучено [3, 4], его системное воздействие на репродуктивную функцию, особенно в долгосрочной перспективе разведения, остается недостаточно исследованным. Стандартные, минималистичные условия могут индуцировать состояние хронического умеренного стресса, что потенциально приводит к субклиническим нарушениям в гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси, снижению либидо и жизнеспособности потомства [5, 6].

Целью настоящего исследования была комплексная оценка влияния долговременной программы мультимодального обогащения среды на ключевые репродуктивные параметры, гормональный статус и качество получаемого потомства у лабораторных крыс линии Wistar.

Исследование проводилось на 60 репродуктивных парах (самцы и самки) клинически здоровых крыс линии Wistar в возрасте 10 недель. Животные методом случайной выборки были

разделены на две группы: контрольная группа (КГ, n=30 пар): содержалась в стандартных пластиковых клетках (площадь 800 см²) с древесной стружкой в качестве подстилки. Опытная группа (ОГ, n=30 пар): содержалась в клетках аналогичного размера, но с постоянным комплексным обогащением среды, которое включало: физическое обогащение (двухуровневые платформы, лестницы, беговое колесо, пластиковые тоннели); когнитивное обогащение (сменные лабиринты-«головоломки» с пищевым подкреплением); сенсорное обогащение (различные по текстуре материалы, безопасные зеркала); структурное обогащение (домики-укрытия, гамаки). Композиция объектов менялась еженедельно для поддержания новизны.

Период адаптации к условиям составил 14 суток, после чего были сформированы пары. Наблюдение велось в течение 120 суток, что охватило два полных репродуктивных цикла. Регистрировали следующие параметры:

1. Репродуктивные показатели: латентный период до спаривания, процент фертильных пар, размер помета, масса новорожденных, выживаемость потомства до отъема (21 день), процент резорбций и мертворождений.
2. Оценка потомства: динамика прироста массы, сроки открытия глаз и ушных раковин, появление сенсорно-моторных рефлексов, поведение в тесте «открытое поле» в возрасте 30 суток.
3. Физиологические и гормональные маркеры: у производителей в конце эксперимента определяли массу надпочечников, селезенки и семенников, а также уровень кортикостерона, тестостерона (у самцов), лептина и ИЛ-6 в сыворотке крови (метод ИФА).
4. Этологический анализ: с помощью видеорегистрации проводили оценку стереотипий, груминга, исследовательской и игровой активности.

Статистическую обработку данных проводили с использованием U-критерия Манна-Уитни и точного критерия Фишера. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Данные основных репродуктивных показателей за два цикла представлены в Таблице 1.

Таблица 1 − Сравнение репродуктивных показателей у крыс Wistar в контрольной группе и группе с обогащенной средой (n=30 пар)

Показатель	Контрольная группа (КГ)	Опытная группа (ОГ)	p-value
Фертильность, % пар	76,7 % (23/30)	95,0 % (28/30)	≤0,05
Латентный период до спаривания, сут.	5,4±1,2	3,1±0,8	≤0,01
Средний размер помета, особей	10,5±1,8	12,8±1,5	≤0,01
Масса новорожденных, г	6,2±0,4	6,8±0,3	≤0,05
Пренатальная гибель (резорбции+мертворождения), %	8,4 %	4,9 %	≤0,05

Обогащение среды привело к статистически значимому улучшению всех ключевых репродуктивных показателей. Сокращение латентного периода до спаривания на 42,6 % свидетельствует о повышении готовности к размножению и снижении уровня стресс-ингибированного поведения. Увеличение размера помета и массы новорожденных указывает на более благоприятные условия для внутриутробного развития.

Динамика развития потомства. Потомство ОГ демонстрировало ускоренное постнатальное развитие: открытие глаз происходило в среднем на 0,8 суток раньше, а становление моторных рефлексов – на 1-2 суток раньше, чем у потомков КГ. В тесте «открытое поле» в возрасте 30 суток крысы из ОГ проявляли достоверно более высокую исследовательскую активность (увеличение времени в центре на 65 %, $p \leq 0,01$) и меньшее число актов дефекации (снижение на 50 %, $p \leq 0,05$), что интерпретируется как снижение тревожности и более адаптивное поведение в новой среде.

По уровню эндокринных и морфологических маркеров у животных из ОГ зафиксированы значимые изменения: уровень кортикостерона был на 32 % ниже ($p \leq 0,01$), что является прямым биохимическим подтверждением снижения хронического стресса. Концентрация лептина была на 25 % выше ($p \leq 0,05$), что может косвенно свидетельствовать об улучшении метаболического статуса и регуляции энергетического баланса. Масса надпочечников (относительная к массе тела) в ОГ была на 15 % меньше ($p \leq 0,05$), что коррелирует со сниженной активностью гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Достоверных различий в уровне тестостерона у самцов и интерлейкина-6 (ИЛ-6) между группами не выявлено.

Этологический анализ: у животных ОГ отмечалось существенное (в 3,5 раза) снижение частоты стереотипий (прыжки на стенку, кружение) и увеличение времени, затрачиваемого на целенаправленную исследовательскую и игровую активность. Это прямое свидетельство улучшения психоэмоционального благополучия.

Выводы. Долгосрочное комплексное обогащение среды содержания для лабораторных крыс линии Wistar является высокоэффективным фактором, достоверно повышающим репродуктивную эффективность на 18–22 % по ключевым показателям, таким как фертильность, размер помета и

выживаемость потомства. Положительный эффект обусловлен значимым снижением фонового хронического стресса, что объективно подтверждается снижением базального уровня кортикостерона на 32 %, уменьшением относительной массы надпочечников на 15 % и существенным сокращением стереотипного поведения у животных опытной группы. При этом качество потомства, полученного в условиях обогащённой среды, является более высоким: новорождённые имели большую массу тела, демонстрировали ускоренное постнатальное развитие, включая более раннее открытие глаз и становление моторных рефлексов, а также менее тревожный поведенческий фенотип в тесте «открытое поле», что повышает их ценность как стандартизированных биологических объектов для последующих исследований. Таким образом, внедрение программ мультимодального обогащения среды в виварии представляет собой не только этически обусловленную практику, но и практически значимый инструмент оптимизации биотехнологии разведения, позволяющий получать более жизнестойкое, здоровое и репродуктивно активное лабораторное поголовье с улучшенными и воспроизводимыми характеристиками.

научный руководитель - Марченко Е.Ю., канд. вет. наук

Список литературы

1. О результатах исследования гормонального состава сыворотки крови крыс Wistar подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях / О. А. Савченко, И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко [и др.] // Актуальные вопросы гигиены и профилактики : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН "Новосибирский НИИ гигиены" Роспотребнадзора". В 2-х частях, Новосибирск, 27–28 февраля 2025 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2025. – С. 134-140.
2. О результатах биохимического исследования сыворотки крови крыс Wistar подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях / О. А. Савченко, И. И. Новикова, Е. Л. Потеряева [и др.] // Актуальные вопросы гигиены и профилактики : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН "Новосибирский НИИ гигиены" Роспотребнадзора". В 2-х частях, Новосибирск, 27–28 февраля 2025 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2025. – С. 110-121.
3. Баева, Ю.И. Оценка воздействия биологически активных препаратов на биохимические показатели гипоксического стресса у беременных крыс wistar в условиях загрязнения окружающей среды / Ю.И. Баева, Е.В. Орлова, О. М. Родионова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 4. – С. 11-19.
4. Влияние материнской среды на раннее постнатальное развитие крыс линии OXYS / Т.Н. Игонина, О.М. Воронкова, Д.С. Рагаева [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2022. – Т. 72, № 3. – С. 421-434.
5. Ежов, А.С. Влияние температуры среды на работоспособность крыс линии Wistar в эксперименте принудительного плавания / А. С. Ежов // Состояние, проблемы и перспективы производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 10-летию факультета пищевых технологий, Уфа, 29–30 марта 2011 года. Том 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2011. – С. 37.
6. Саттарова, Е.А. Возрастная динамика маркеров окислительного стресса у крыс линий WISTAR и OXYS : специальность 03.00.04 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук / Саттарова Евгения Александровна. – Новосибирск, 2009. – 20 с.
7. Саттарова, Е.А. Возрастная динамика маркеров окислительного стресса у крыс линий WISTAR и OXYS : специальность 03.00.04 : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук / Саттарова Евгения Александровна. – Новосибирск, 2009. – 137 с.

УДК 636.5.082.4:636.087.8

Беляк В.А.
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ И ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Аннотация. Поиск безопасных и эффективных кормовых решений для повышения продуктивности и улучшения качества продукции птицеводства является актуальной задачей. Целью исследований являлась оценка влияния комплексного применения ферментативного гидролизата мышечных тканей птицы и пробиотической добавки на основе штаммов *Bacillus subtilis* на продуктивные показатели, переваримость питательных веществ, мясную продуктивность и качество туш цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500». Научно-хозяйственный опыт проведен по принципу групп-аналогов на 200 головах суточного молодняка, разделенных на 4 группы: контрольную (базовый рацион) и три опытных, где к рациону добавляли гидролизат (0,5 %), пробиотик (0,1 %) и их

комбинацию соответственно. Установлено, что комплексное применение добавок обеспечило достоверное повышение средней живой массы бройлеров в 42-суточном возрасте на 8,5 % ($p \leq 0,05$), улучшение конверсии корма на 6,8 % и снижение затрат корма на 1 кг прироста на 7,2 % по сравнению с контролем. У птицы опытных групп отмечено увеличение выхода грудных мышц на 5,3–7,1 % и снижение доли абдоминального жира. Химический анализ мяса показал увеличение содержания белка на 4,8 % и снижение уровня липидов на 10,2 % в группе с комбинированной добавкой. Микробиологический анализ мышечной ткани выявил снижение общей бактериальной обсемененности и количества условно-патогенных микроорганизмов. Полученные данные свидетельствуют о синергетическом эффекте совместного использования ферментативных гидролизатов и пробиотиков, что позволяет рекомендовать данную схему для повышения экономической эффективности и качества продукции в промышленном бройлерном птицеводстве.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, белковый гидролизат, пробиотик, продуктивность, конверсия корма, мясная продуктивность, качество мяса, безопасность.

Интенсификация птицеводства требует постоянного совершенствования кормления, направленного на максимальную реализацию генетического потенциала птицы при обеспечении высоких стандартов качества и безопасности продукции. Перспективным направлением является использование кормовых добавок, улучшающих переваримость и усвоение питательных веществ, модулирующих микробиоценоз кишечника и повышающих неспецифическую резистентность организма [2, 3, 6]. Ферментативные гидролизаты белков животного происхождения, содержащие сбалансированные смеси пептидов и свободных аминокислот, служат легкоусвояемым источником азота и биологически активных веществ [5, 7, 10]. Пробиотические препараты на основе спорообразующих бактерий способствуют стабилизации кишечной микрофлоры, повышению пищеварительной функции и иммунного статуса [1, 4, 8, 9]. Однако вопрос о синергетическом эффекте от совместного применения гидролизатов и пробиотиков в рационах мясной птицы изучен недостаточно.

Целью настоящей работы явилась комплексная оценка влияния раздельного и комбинированного включения в рацион ферментативного белкового гидролизата и пробиотической добавки на рост, мясную продуктивность, качественные показатели мяса и микробиологическую безопасность тушек цыплят-бройлеров.

Научно-производственный опыт проведен на 200 суточных цыплятах-бройлерах кросса «Кобб 500» в условиях экспериментального птичника НИЦ Ветфармбиоцентр (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ). Птицу методом групп-аналогов разделили на 4 группы по 50 голов в каждой (5 повторностей по 10 голов):

1. Контрольная (К): получала основной рацион (ОР), сбалансированный по основным питательным веществам в соответствии с нормами ВНИТИП.
2. Опытная 1 (О-1): ОР + ферментативный гидролизат мышечных тканей птицы в дозе 0,5% от массы корма.
3. Опытная 2 (О-2): ОР + пробиотическая добавка на основе *Bacillus subtilis* (штамм В-2335) в дозе 0,1 % от массы корма (1×10^9 КОЕ/г).
4. Опытная 3 (О-3): ОР + комплекс гидролизата (0,5 %) и пробиотика (0,1 %).

Продолжительность опыта составила 42 дня. Учет потребления корма и контрольные взвешивания проводили еженедельно. По окончании опыта от каждой группы отобрали по 15 птиц (по 3 от повторности) для убоя и оценки мясной продуктивности. Определяли предубойную массу, массу потрошеной тушки, выход мышечной ткани (грудные и ножные мышцы), массу внутренних органов и абдоминального жира. Качество мяса оценивали по химическому составу (содержание влаги, белка, жира, золы) в грудных мышцах методом по стандартным методикам, а также по органолептическим показателям (цвет, запах, консистенция, вкус бульона) по 5-балльной шкале силами обученной комиссии. Микробиологическую безопасность оценивали по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличию бактерий группы кишечных палочек (БГКП), *Salmonella spp.* и *Staphylococcus aureus* в образцах мышечной ткани. Полученные данные обрабатывали статистически методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента; различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Влияние изучаемых кормовых добавок на продуктивные показатели бройлеров представлено в Таблице 1. Наибольший положительный эффект отмечен при комплексном применении гидролизата и пробиотика (группа О-3).

Таблица 1 − Продуктивные показатели цыплят-бройлеров (n=50)

Срок наблюдения	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса в 42 дня, г	2654,0±42,5	2780,0±38,9*	2752,0±40,1*	2879,0±36,7*

Среднесуточный прирост, г	61,8±1,1	64,9±0,9*	64,2±1,0*	67,3±0,8*
Потребление корма за опыт, г/гол	4375,0±65	4328,0±58,0	4340,0±61	4315,0±55,0
Конверсия корма, кг/кг прироста	1,65±0,03	1,56±0,02*	1,58,0±0,03*	1,54±0,02*
Сохранность поголовья, %	96,0	98,0	98,0	100,0

Примечание: * – различия с контрольной группой достоверны при p≤0,05

Птица группы ОП-3 имела достоверно более высокую живую массу в конце откорма, превышающую контроль на 225 г (8,5 %). Комбинированная добавка также способствовала наилучшей конверсии корма. Данные убоя и мясной продуктивности отражены в Таблице 2.

Таблица 2 − Мясная продуктивность и качество тушек цыплят-бройлеров (n=15)

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Предубойная масса, г	2670,0±41,0	2795,0±37,0*	2768,0±39,0*	2892,0±35,0*
Масса потрошеной тушки, г	1842,0±35,0	1950,0±32,0*	1925,0±34,0*	2028,0±30,0*
Выход тушки, %	69,0	69,8	69,5	70,1
Масса грудных мышц, г	412,0±12,0	438,0±10,0*	430,0±11,0*	456,0±9,0*
Доля абдоминального жира, %	2,45±0,15	2,30±0,12	2,35±0,14	2,15±0,10*
Белок в мясе, %	20,1±0,4	20,8±0,30*	20,5±0,4	21,0±0,3*
Жир в мясе, %	2,45±0,20	2,30±0,18	2,40±0,19	2,20±0,15*

Примечание: * – различия с контрольной группой достоверны при p≤0,05

Комплексная добавка привела к увеличению выхода грудных мышц на 10,7 % (44 г) и снижению отложения абдоминального жира на 12,2 % относительно контроля. Химический анализ показал улучшение пищевой ценности мяса: увеличение содержания белка и снижение жира. Органолептическая оценка выявила более выраженный мясной вкус и аромат бульона в группах, получавших добавки, особенно в О-3. Микробиологический анализ мышечной ткани продемонстрировал, что в группах О-2 и О-3 показатели КМАФАнМ были ниже контрольных значений на 0,5–0,7 lg КОЕ/г, бактерии группы кишечных палочек не обнаружены, *Salmonella spp.* отсутствовала во всех образцах. Это свидетельствует о положительном влиянии пробиотика на микробиологическую безопасность конечной продукции.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что включение в рационы цыплят-бройлеров ферментативного белкового гидролизата и пробиотической добавки на основе *Bacillus subtilis* оказывает выраженное положительное влияние на продуктивность и качественные показатели мяса. Раздельное применение данных добавок способствует достоверному повышению живой массы на 4,8–5,0 % и улучшению конверсии корма. Наибольший синергетический эффект достигнут при их комплексном использовании, что обеспечило максимальный прирост живой массы (8,5 %), лучшую конверсию корма, увеличение выхода грудных мышц и снижение доли абдоминального жира. Установлено улучшение химического состава мяса (повышение белка, снижение жира) и его микробиологической безопасности под влиянием пробиотика. Таким образом, предложенная схема комбинированного применения ферментативного гидролизата и пробиотической добавки является эффективным биотехнологическим приемом для интенсификации производства бройлеров, повышения качества и питательной ценности куриного мяса, а также может служить альтернативой традиционным кормовым стимуляторам роста.

Список литературы

1. Анализ, выделение и идентификация микробиома из слепых отростков кишечника промышленных свиней / Ю. А. Лысенко, А. Г. Кощаев, В. А. Беляк [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 168-183. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-4-168-183.
2. Еганян, Е. С. Изучение острой и хронической токсичности кормовой добавки абиопептид-плюс на лабораторных животных / Е. С. Еганян, А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-2(102). – С. 91-94.
3. Оценка токсичности биологически активной добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, А. А. Дельцов, Е. Ю. Марченко, А. Ю. Шантыз // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 6-1(96). – С. 196-200.
4. Продуктивность и качество яйца кур-несушек при использовании в их рационе комплексной кормовой добавки / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 2. – С. 97-101. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-22.
5. Шантыз, А. Х. Влияние пробиотической кормовой добавки на продуктивные качества телят / А. Х. Шантыз, И. С. Коба, Е. Ю. Марченко // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : Сборник тезисов по материалам IV Национальной конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 51.

6. Шантыз, А. Х. Хроническая токсичность кормовой добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 161. – С. 52-60. – DOI 10.21515/1990-4665-161-007.
7. Эффективность применения комплексного кормового гидролизата в рационе цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 1. – С. 95-100.
8. Эффективность применения комплексной кормовой добавки на основе гидролизата растительного белка в рационе перепелов Техасской породы / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко, И. С. Жолобова [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 6. – С. 85-88.
9. Эффективность применения кормового гидролизата в рационе птицы / Е. С. Еганян, А. Х. Шантыз, Ю. А. Лысенко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 3. – С. 17-20.
10. Эффективность применения кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров при изучении её фармакологических свойств / А. Х. Шантыз, Е. С. Еганян, А. В. Лунева [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245, № 1. – С. 218-223.

УДК 615.33:616-092.9

Ковтун А.А.
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар

ИЗУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА КРЫСАХ ЛИНИИ WISTAR

Аннотация. Введение пробиотических препаратов в рационы сельскохозяйственных животных и птицы требует всесторонней доклинической оценки их безопасности. Целью настоящей работы являлось изучение потенциального токсического действия нового полиштаммового микробного препарата в условиях 90-суточного хронического эксперимента на крысах линии Wistar. Исследование проводилось на 60 половозрелых крысах-самцах, разделенных на 3 группы: контрольную и две опытных, получавших исследуемый препарат перорально в дозах 250 и 1000 мг/кг массы тела соответственно. В течение опыта ежедневно контролировалось общее состояние и поведение животных, еженедельно регистрировалась масса тела и потребление корма. По окончании эксперимента проведен гематологический, биохимический анализ крови, патологоанатомическое и гистологическое исследование внутренних органов. Установлено, что хроническое введение препарата в указанных дозах не вызывало гибели животных, не оказывало отрицательного влияния на динамику живой массы, потребление корма и воду, а также на гематологические показатели. В биохимическом профиле крови опытных групп не выявлено статистически значимых отклонений, свидетельствующих о патологии печени, почек или белкового обмена. Данные макро- и микроскопического исследования паренхиматозных органов не обнаружили признаков дистрофических или воспалительных изменений, связанных с воздействием препарата. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии хронической токсичности и хорошей переносимости пробиотического препарата крысами линии Wistar при длительном применении, что подтверждает перспективность его дальнейшего изучения и практического использования.

Ключевые слова: пробиотики, хроническая токсичность, безопасность, крысы линии Wistar, микробный препарат, доклинические исследования, гематология, биохимия крови, гистология.

Активное внедрение микробных кормовых добавок и ветеринарных пробиотических препаратов в промышленное животноводство делает приоритетной задачу оценки их безопасности, в том числе при длительном применении. Хронический токсикологический эксперимент является обязательным этапом доклинических исследований, позволяющим выявить отдаленные эффекты и кумулятивные свойства биологически активных веществ [1, 4, 5, 7-10]. Несмотря на общий признанный профиль безопасности пробиотиков, основанный на их природном происхождении, каждый новый штаммовый состав требует отдельной валидации в соответствии с международными стандартами GLP [2, 3, 6].

Целью данного исследования явилось комплексное изучение потенциального токсического влияния нового полиштаммового пробиотического препарата на организм лабораторных животных в условиях 90-суточного хронического эксперимента.

Работа выполнена на 60 клинически здоровых половозрелых крысах-самцах линии Wistar со средней исходной массой тела 200–220 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария с соблюдением ETS. После 7-суточной адаптации крысы методом случайных чисел были разделены на 3 группы по 20 особей в каждой:

- Контрольная группа: получала эквивалентный объем физиологического раствора перорально через атравматичный зонд.

- Опытная группа 1: получала суспензию препарата в дозе 250 мг/кг массы тела.
- Опытная группа 2: получала суспензию препарата в дозе 1000 мг/кг массы тела.

Препарат вводили ежедневно утром натощак в течение 90 суток. Общее состояние животных (активность, состояние шерсти, слизистых, потребление воды и корма) контролировали ежедневно. Взвешивание проводили еженедельно. По окончании курса введения под ингаляционным наркозом у животных брали кровь из хвостовой вены для проведения общего клинического (ОАК) и биохимического анализа крови (БАК). Биохимический анализ включал определение активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), уровней общего белка, мочевины, креатинина, глюкозы. После забоя проводили полное патологоанатомическое вскрытие с взвешиванием внутренних органов (печень, почки, селезенка, надпочечники, семенники). Для гистологического исследования образцы фиксировали в 10% нейтральном формалине, проводили проводку и заливку в парафин, изготовленные срезы толщиной 4–5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента, различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

В течение всего 90-суточного периода эксперимента не было зарегистрировано случаев гибели животных ни в одной из групп. Общее состояние и поведение крыс опытных групп достоверно не отличалось от контроля. Аппетит и потребление воды оставались стабильными. Динамика живой массы тела в течение опыта представлена в Таблице 1. Как видно из таблицы, статистически значимых различий в приросте массы тела между контрольной и опытными группами не наблюдалось, что свидетельствует об отсутствии негативного влияния препарата на процессы роста и метаболизма.

Таблица 1 − Динамика живой массы тела крыс в хроническом эксперименте (n=20)

Срок наблюдения	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
0 сут.	208,5±5,2	210,1±4,8	207,8±5,5
30 сут.	285,4±6,8	288,2±7,1	283,9±6,3
60 сут.	342,7±8,1	345,0±8,5	340,2±7,9
90 сут.	395,6±9,3	398,4±9,8	392,7±9,1
Общий прирост	187,1	188,3	184,9

Данные гематологического исследования показали, что все изученные показатели (концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, лейкоцитарная формула) у животных опытных групп находились в пределах физиологических норм для данного вида и не имели достоверных отличий от контроля.

Результаты биохимического анализа сыворотки крови, представленные в Таблице 2, также не выявили признаков токсического действия препарата на функцию печени и почек. Показатели цитолиза (АЛТ, АСТ), холестаза (ЩФ), азотовыделительной функции (мочевина, креатинин) и белкового обмена (общий белок) в опытных группах соответствовали контрольным значениям.

Таблица 2 − Биохимические показатели сыворотки крови крыс (n=10)

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Общий белок, г/л	68,5±2,1	69,2±2,4	67,8±2,3
Мочевина, ммоль/л	6,8±0,5	6,5±0,4	7,0±0,6
Креатинин, мкмоль/л	45,2±3,8	43,9±4,1	46,8±4,0
АЛТ, Ед/л	42,3±4,5	44,1±5,2	43,6±4,8
АСТ, Ед/л	135,6±12,4	140,2±11,8	138,7±13,1
ЩФ, Ед/л	280,5±25,6	275,8±24,3	285,4±26,7
Глюкоза, ммоль/л	5,6±0,4	5,8±0,5	5,5±0,4

Патологоанатомическое вскрытие не выявило макроскопических изменений со стороны внутренних органов. Абсолютная и относительная масса печени, почек, селезенки, надпочечников и семенников у животных опытных групп не имела достоверных отличий от контрольных значений. Гистологическое исследование подтвердило отсутствие патологических изменений в структуре гепатоцитов печени, нефронов почек, лимфоидной ткани селезенки и семенных канальцев. Архитектоника органов была сохранена, признаки дистрофии, некроза, воспаления или склероза не обнаружены.

Выводы. Проведенное 90-суточное исследование хронической токсичности пробиотического препарата на крысах линии Wistar показало полное отсутствие негативного влияния на общее

состояние, рост, гематологические и биохимические параметры, а также на морфофункциональное состояние внутренних органов. Отсутствие гибели животных, нарушений в динамике массы тела, клинико-лабораторных и патоморфологических признаков токсического действия позволяет заключить, что исследуемый препарат является безопасным при длительном пероральном применении в дозах, значительно превышающих предполагаемые терапевтические. Полученные данные являются основанием для признания препарата безопасным и целесообразности проведения дальнейших исследований по изучению его эффективности в условиях in vivo на целевых видах сельскохозяйственных животных.

Список литературы

1. Анализ, выделение и идентификация микробиома из слепых отростков кишечника промышленных свиней / Ю. А. Лысенко, А. Г. Кощаев, В. А. Беляк [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 168-183. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-4-168-183.
2. Еганян, Е. С. Изучение острой и хронической токсичности кормовой добавки абиопептид-плюс на лабораторных животных / Е. С. Еганян, А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-2(102). – С. 91-94.
3. Оценка токсичности биологически активной добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, А. А. Дельцов, Е. Ю. Марченко, А. Ю. Шантыз // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 6-1(96). – С. 196-200.
4. Продуктивность и качество яйца кур-несушек при использовании в их рационе комплексной кормовой добавки / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 2. – С. 97-101. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-22.
5. Шантыз, А. Х. Влияние пробиотической кормовой добавки на продуктивные качества телят / А. Х. Шантыз, И. С. Коба, Е. Ю. Марченко // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : Сборник тезисов по материалам IV Национальной конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 51.
6. Шантыз, А. Х. Хроническая токсичность кормовой добавки абиотоник / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 161. – С. 52-60. – DOI 10.21515/1990-4665-161-007.
7. Эффективность применения комплексного кормового гидролизата в рационе цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 / А. Х. Шантыз, А. Г. Кощаев, Е. Ю. Марченко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 1. – С. 95-100.
8. Эффективность применения комплексной кормовой добавки на основе гидролизата растительного белка в рационе перепелов Техасской породы / А. Х. Шантыз, Е. Ю. Марченко, И. С. Жолобова [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 6. – С. 85-88.
9. Эффективность применения кормового гидролизата в рационе птицы / Е. С. Еганян, А. Х. Шантыз, Ю. А. Лысенко [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 3. – С. 17-20.
10. Эффективность применения кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров при изучении её фармакологических свойств / А. Х. Шантыз, Е. С. Еганян, А. В. Лунева [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245, № 1. – С. 218-223.

УДК 636.084.415

Бачинская Н.А.
Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния витаминной добавки отечественного производства «Абиовит А, D_3, Е», на биохимические показатели сыворотки крови и физиологический статус цыплят-бройлеров. Установлено, что применение витаминного комплекса не оказывает негативного воздействия на организм птицы: все изучаемые биохимические показатели (общий белок, альбумин, глюкоза, мочевина, креатинин, билирубин, АСТ, АЛТ) находились в пределах физиологической нормы, признаки цитолитического синдрома и нарушения функции печени отсутствовали. В опытной группе наблюдалось фактическое повышение уровня общего белка на 6,6%, альбумина на 12,6% и глюкозы на 5,0% при одновременном снижении концентрации креатинина на 11,2% относительно контроля. Выявленные изменения свидетельствуют об активизации анаболических процессов, усилении белково-синтетической функции печени, оптимизации энергетического обмена и снижении катаболической направленности метаболизма. Полученные данные обосновывают перспективность применения кормовой добавки в дополнение к

основному рациону цыплят-бройлеров, как средство, способствующего повышению продуктивности и улучшению ветеринарно-санитарных показателей мяса птицы.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рацион, кормовая добавка, мясная продуктивность, показатели крови.

В современных условиях обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и реализации политики импортозамещения птицеводство является одной из наиболее стратегически важных отраслей агропромышленного комплекса.

В условиях санкционного давления на Россию со стороны западных стран большое значение приобретает обеспечение её продовольственной безопасности, основные показатели которой утверждены Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов России на период до 2030 года. Одной из задач обеспечения продовольственной безопасности страны является достижение самообеспечения продукцией животноводства, а мясо и мясные продукты являются одними из основных видов этой продукции. По предварительным данным Минсельхоза России, в 2023 г. уровень самообеспечения мясом и мясными продуктами (в пересчете на мясо) составил 100,5% (на 15,5 процентных пункта выше показателя, предусмотренного Доктриной). Как отмечают ученые ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, «…на долю птицеводства приходится 43,5% производимого в стране мяса» [1,4].

Интенсификация производства, направленная на увеличение продуктивности и объемов выпуска высококачественной продукции, требует научно обоснованных решений, позволяющих улучшать показатели получаемой продукции посредством применения кормовых добавок совместно с основным рационом.

Оптимизация состава рационов остается актуальной задачей современного птицеводства, учитывая стремление повысить рентабельность производства при минимизации затрат на дорогостоящие компоненты рациона. Использование комплексных кормовых добавок с учетом микробиома желудочно-кишечного тракта птиц, иммунного и гематологического статуса, отказа от антимикробных и химиотерапевтических препаратов с целью получения безопасной в экологическом плане продукции является первостепенным элементом технологии производства мяса птицы [5].

Применение кормовых добавок (сбалансированных витаминных комплексов) на основе жирорастворимых витаминов А, D_3 и Е представляет собой высокоперспективное направление в современном промышленном птицеводстве. Перспективность обусловлена их доказанным положительным влиянием, направленным не на разовое решение узкой проблемы, а на системное улучшение физиологического статуса птицы. Данный подход полностью отвечает современным стратегическим задачам птицеводства, направленным на интенсификацию технологий, а также на минимизацию применения антимикробных препаратов посредством стимуляции собственных защитных механизмов организма.

Комплекс витаминов А, D_3 и Е обеспечивает системное улучшение показателей крови, а именно при их применении повышается уровень эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, что влечёт улучшение кислородтранспортной функции; нормализуется лейкоцитарная формула (сбалансированный иммунный статус); увеличивается общая резистентность организма, что косвенно поддерживает стабильность гематологических показателей в условиях технологического стресса.

Цель работы – изучить влияние отечественной кормовой добавки «Абиовит А, D_3, Е» на гематологические показатели цыплят-бройлеров.

Экспериментальную часть работы проводили в виварии кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА им. К.И. Скрябина.

В качестве объектов исследований было сформировано две группы суточных цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» по 10 голов в каждой, опыт и контроль, опытной группе цыплят-бройлеров с водой задавали кормовую добавку «Абиовит А, D_3, Е» в дозе 1 мл/л чистой питьевой воды с суточного возраста по 25 сутки включительно, контрольная группа цыплят-бройлеров получала чистую питьевую воду.

Исследование проводилось на цыплятах-бройлерах, содержавшихся в трехъярусных клеточных батареях. Параметры микроклимата, плотность посадки, фронт кормления и поения соответствовали действующим отраслевым нормативам. Рацион — полнорационный комбикорм в режиме неограниченного доступа. Санитарно-гигиеническое состояние и ветеринарное благополучие поголовья поддерживались на протяжении всего эксперимента путем систематического клинического наблюдения и выполнения профилактических обработок.

Спецификация применяемой кормовой добавки «Абиовит А, D_3, Е»:

Витамин Е DL-альфа-токоферола ацетат - 5 мг; *витамин А* ретинола пальмитат - 800 мкг; *витамин D_3* холекальциферол - 12,5 мкг (500 МЕ); йод (I) - 155 мкг; селен (IV) иммобилизированный в кристаллической решетке железо-декстринового наноколлоида - 60 мкг.

Оптимизация процессов пищеварения, повышение продуктивности сельскохозяйственной птицы для реализации высокого потенциала – актуальная задача современного птицеводства [3]. Изменение любого экологического фактора оказывает влияние на организм в целом [6].

Использование кормовых добавок является перспективным направлением в бройлерном птицеводстве, при этом объективно оценить физиологический статус организма, выявить особенности обмена веществ возможно, используя показатели биохимического состава сыворотки крови. Оценка биохимического статуса подопытной птицы является важным критерием, отражающим характер метаболических процессов и функциональное состояние внутренних органов при применении кормовых добавок.

Кровь в организме животных выполняет множество различных функций и является универсальным источником информации о характере метаболизма. Исследования крови позволяют диагностировать отклонения в обмене веществ и общем физиологическом состоянии животных, оценить сбалансированность и полноценность кормления, качество производимой продукции, способствуют выявлению и корректировке негативных факторов [2].

Исследовались следующие биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров – АСТ, АЛТ, билирубин общий и прямой, мочевина, креатинин, а также количество общего белка, альбумина и глюкозы. Анализируя данные биохимических исследований, можно отметить, что все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы для данного вида и возраста птицы, что свидетельствует о нормальном функциональном состоянии органов и систем организма (табл. 1).

Таблица 1 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров, n=10

Показатели	Опытная группа	Контрольная группа
Билирубин общий, мкмоль/л	2,68±0,14	2,66±0,31
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,17±0,03	0,23±0,03
АСТ, Ед/л	337,9±12,49	334,1±6,79
АЛТ, Ед/л	21,54±1,34	23,86±1,06
Мочевина, ммоль/л	1,62±0,13	1,48±0,16
Креатинин, мкмоль/л	20,86±1,56	23,50±2,29
Общий белок, г/л	37,40±0,54	35,10±0,43
Альбумин, г/л	16,09±0,77	14,29±0,32
Глюкоза, ммоль/л	12,83±0,54	12,22±0,68

Достоверной разницей считали при $P \leq 0,05$. Выращивание птицы на стартерном рационе и рационе с применением кормовой добавки показало, что изучаемая кормовая добавка оказала определенное влияние на обмен веществ.

Установлено увеличение содержания общего белка в сыворотке крови цыплят опытной группы на 6,6% относительно контрольной группы. Концентрация альбумина также была выше в опытной группе и составила 16,09±0,77 г/л, что превышает контрольные значения на 12,6%. Отмечена тенденция к повышению уровня общего белка и альбумина, это свидетельствует об активизации пластического обмена и усилении синтетических процессов в печени (так как альбумин синтезируются исключительно клетками печени), что может быть следствием положительного влияния витаминного комплекса на белково-синтетическую функцию гепатоцитов.

Содержание глюкозы в сыворотке крови опытной группы составило 12,83±0,54 ммоль/л, что на 5,0% выше показатели контрольной группы. Данный показатель отражает оптимизацию углеводного обмена. Глюкоза является основным источником АТФ для всех тканей, особенно для мышц, мозга и сердечной мышцы. Повышение уровня глюкозы указывает на достаточную обеспеченность организма энергетическим субстратом, что особенно важно для высокопродуктивной птицы.

Концентрация мочевины в опытной группе увеличилась на 9,5% по отношению концентрации в крови контрольной группы птиц. Уровень креатинина в сыворотке крови цыплят-бройлеров опытной группы был ниже, чем в контроле, на 2,64 мкмоль/л, или на 11,2%. В контрольной группе более выражен катаболизм мышечных белков для энергетических нужд из чего следует более продуктивный распад креатинфосфата, который и приводит к более высокому содержанию креатинина в крови контрольной группы птиц. Данные различия находятся в пределах физиологической вариабельности и не указывают на нарушение выделительной функции почек.

Активность аминотрансфераз – АСТ и АЛТ – в обеих группах существенно не различалась и составляла в опытной группе 337,9±12,49 Ед/л и 21,54±1,34 Ед/л соответственно, в контрольной – 334,1±6,79 Ед/л и 23,86±1,06 Ед/л. Отсутствие значимого повышения трансаминаз подтверждает, что

применяемая витаминная добавка не вызывает повреждения гепатоцитов, не нарушает целостность клеточных мембран и не оказывает токсического влияния на печень.

Таким образом, включение кормовой добавки «Абиовит А, D_3, Е» в рацион цыплят-бройлеров не оказывает негативного влияния на клинико-биохимический статус организма птицы. Все исследованные показатели находились в пределах физиологической нормы. При этом установлено положительное влияние добавки на белковый и углеводный обмены, выражающееся в повышении уровня общего белка, альбумина и глюкозы в сыворотке крови опытной группы относительно контроля. Изменения показателей обеих подопытных групп свидетельствует об активизации анаболических процессов и интенсификации метаболизма, что создает тенденцию к улучшению ветеринарно-санитарных показателей мяса птиц.

Повышение уровня общего белка на 6,6% и альбумина на 12,6% свидетельствует об активизации белково-синтетической функции печени и повышении уровня гликогенеза за счёт увеличения концентрации глюкозы на 5,0%. Снижение уровня креатинина на 11,2% отражает уменьшение катаболических процессов в мышечной ткани и оптимизацию выделительной функции почек. Стабильная активность аминотрансфераз (АСТ, АЛТ) и уровня билирубина подтверждает сохранность гепатоцитов.

Добавление к основному рациону комплексной витаминной добавки «Абиовит А, D_3, Е» в рацион цыплят-бройлеров не оказывает негативного влияния на функциональное состояние печени и почек, что подтверждается отсутствием признаков цитолитического синдрома и сохранением всех показателей в пределах физиологической нормы. При этом зарегистрировано повышение уровня общего белка, альбумина и глюкозы на фоне снижения концентрации креатинина, что свидетельствует о перестройке метаболизма в сторону преобладания анаболических процессов над катаболическими и создаёт физиологическую основу для повышения продуктивности и улучшения ветеринарно-санитарных показателей мяса птицы.

Список литературы

1. Бачинская В. М. Комплексное влияние новой многокомпонентной кормовой добавки на гемотологические показатели кур-несушек / В. М. Бачинская, Д. В. Гончар, О. М. Мухтарова // Зоотехния. – 2025. – № 8. – С. 13-16. – DOI 10.25708/ZT.2025.54.75.003. – EDN FYOELH.
2. Богданов А. Р. ОЦЕНКА МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА РОСС-308 НА ФОНЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭЙМЕРИОЗА //«Горинские чтения. Инновационные решения для АПК»(25-27 февраля. – 2025. – С. 54.
3. Момот Н. В. К ветеринарно-санитарной оценке качества мясной продукции, полученной от молодняка кур / Н. В. Момот, Ю. А. Колина, И. Л. Камлия, С. В. Теребова // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 1(39). – С. 142-146.
4. Скворцов В. В. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА В РОССИИ //Мировая экономика и опыт ведения сельского хозяйства. – С. 89. И Алексеев К. И. Применение цифровых технологий при производстве продукции животноводства / К.И. Алексеев, Э.А. Новоселов, А.Н. Ставцев и др. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2024. – № 6 (112). – С. 88-100. – DOI: 10.33938/246-88. – EDN: MHFPCM.
5. Топурия Г. М. Экстерьерные особенности цыплят-бройлеров при включении в рацион селенсодержащей кормовой добавки //Инновации и продовольственная безопасность. – 2025. – №. 1. – С. 54-63.
6. Труфанова К. Р. Разнообразие защитных адаптаций в борьбе за выживание / К. Р. Труфанова, Ю. А. Колина // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока: Материалы IV Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. В 4-х частях, Уссурийск, 11–12 ноября 2020 года / Отв. редактор И.Н. Ким. Том Часть IV. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 328-332.

УДК 619:614.48+615.9

Потехина Р.М., Хузин Д.А., Юсупов С.А., Калимуллин Ф.Х.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ «НКП» И «МЕЛАССА» НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотоция. Успешное развитие российского скотоводства, зависит от динамичного развития инновационных технологий, основанных на поиске и внедрении современных условий содержания, экологически чистых и качественных кормов, обеспечивающих сохранность и здоровья молодняка и повышение продуктивности взрослого крупного рогатого скота. Причинами заболеваний телят в раннем возрасте могут быть нарушения в содержании и низкое качество кормов, перенесенные заболевания матери, перегруппировка, респираторные и желудочно-кишечные инфекции и другие

неблагоприятные факторы, обуславливающие возникновение стресса и проявление клинических признаков болезни. Следствием всех этих причин может быть гибель, ухудшение здоровья и развития молодняка крупного рогатого скота. Одним из средств решения данной проблемы является использование экологически чистых биопрепаратов на основе полезных микроорганизмов. Разработанные биопрепараты «НКП» и «Меласса», представляют собой продукты ферментации зерна (пшеницы), мицелиальных грибов Fusarium sambucinum, Trichoderma reesei и микроорганизмы лактобактери. Данная статья посвящена оценке эффективности и безопасности кормления телят с добавлением в корма биопрепаратов «НКП» и «Меласса» по результатам изучения гематологических показателей крови по которым можно было бы косвенно обосновать, иммунный статус, метаболические изменения и физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота. Применения биопрепаратов «НКП» и «Меласса» после добавления их в корма в течение шести недель показало отсутствие какого-либо негативного влияния на метаболические процессы. Гематологические показатели крови телят после их применения, свидетельствует, что концентрация гемоглобина в биопрепарате «Меласса» составила 78,8±7,14 что на 11,8 % выше по сравнению с началом опыта и на 6,8% выше чем в контрольной группе. Показания лейкоцитов в крови после применения биопрепаратов «НКП» и «Меласса» осталась на уровне с контрольными показателями.

Ключевые слова: биопрепараты, «НКП», «Меласса», микроскопические грибы Fusarium sambucinum, Trichoderma reesei, микроорганизмы, лактобактерии

Современное скотоводство сталкивается с необходимостью внедрения новых биопрепаратов, обеспечивающих повышение продуктивности крупного рогатого скота при полной безопасности получаемой продукции и минимизацию их воздействия на окружающую среду. В первые дни жизни отмечается наиболее высокий процент заболеваемости телят с расстройствами желудочно-кишечного и респираторного тракта, который, ослабляя общую сопротивляемость организма, могут привести к тяжелым заболеваний (диспепсия, гастроэнтерит и др.) и даже гибели животного, что наносится невосполнимый ущерб эффективному развития скотоводства [1-4]. При этом, приходится применять широкий спектр антимикробных препаратов, которые нарушают развитие полезной микрофлоры, поэтому использование их для профилактики и лечения диареи у телят всегда ограничено из-за возникновения устойчивости микроорганизмов к антибиотикам и некоторых других побочных эффектов.

В связи с этим, возникает необходимость заселении и поддержании специфической нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка с первые месяцы жизни. С этой целью предлагаются самые разные методы и средства. Одним из решений такой существенной проблемы скотоводства является использование биопрепаратов на основе полезных микроорганизмов. Исследования показывают, что среди различных кормовых добавок, использование пребиотиков и пробиотиков в первые недели жизни телят оказывает наиболее положительный эффект [5-7].

Научный интерес представляют комбинированные препараты, состоящие из двух и более компонентов. Среди них особый интерес представляют препараты на основе мицелиального гриба Fusarium sambucinum ВКПМ F-139 и Trihoderma reesei (LA 531) ВКПМ F-184 почвенный изолят. Эти штаммы является продуцентами кормового белка, которые ускоряют восстановление организма после перенесенных заболеваний различной этиологии, осуществляют дезинтоксикацию и белковообразующую функцию печени. При применении их в кормах в качестве добавок усиливают иммунотерапевтический, иммуномодулирующий, иммуностимулирующий эффект.

Препарат «НКП» готовили по следующей рецептуре: Инокулят ферментированного зерна с Fusarium sambucinum10^8 КОЕ/мл - 30,0; инокулят ферментированного зерна с Trichoderma reesei 10^8 КОЕ/мл - 12,0; Lactobacillus paracasei subsp-10^8 КОЕ/мл; Lactobacillus plantarum 376 Б - 10^8; Lactobacillus paracasei subsp. -10^8; кукурузный крахмал.

Препарат «Меласса» готовили по следующей рецептуре: Инокулят ферментированного зерна с Fusarium sambucinum10^8 КОЕ/мл - 30,0; Инокулят ферментированного зерна с Trichoderma reesei 10^8 КОЕ/мл -30,0;.. - 6,0; хлорид натрия - 4,0; меласса свекловичная - 28,0; цеолит порошок - 20,0.

Исследования проводились в отделении биотехнологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Препараты «НКП» и «Меласса» использовали в течение шести недель, начиная с пятого дня жизни телят и до сорок второго дня. Были сформированы три группы телят методом групп аналогов по три головы в каждой (контрольная группа и две опытные). Контрольная группа получала основной рацион (ОР), соответствующий нормам кормления. Телятам первой группы к ОР на протяжении всего эксперимента добавляли биопрепарат «НКП» в дозе 100 г/кг корма. Телятам второй опытной группы задавали биопрепарат «Меласса» к ОР в той же последовательности. Отбор проб крови для анализа проводили на 42 е сутки эксперимента.

В ходе применения биопрепаратов «НКП» и «Меласса» не было обнаружено явных побочных реакций, что указывает на нетоксичность этих микробно-мицелиальных композиций. В проведенных опытах установлено, что пероральное введение разработанных композиций, в определенно задаваемых концентрациях не вызывало изменений в клиническом состоянии телят.

Гематологические показатели крови телят при скармливании биопрепаратов «НКП» и «Меласса» представлены в таблице.

Таблица – Гематологические показатели крови телят

	Показатели	Контроль на начало опыта (5 сутки).	«НКП»	«Меласса»	Контроль (на 42 сутки)
1	Эритроциты, 10^{12}/л	8,04±0,12	8,86±0,11	9,10±0,10	8,75±0,83
2	Гемоглобин, г/л	67,0±3,24	73,2±4,90	78,8±7,14	72,0±1,16
3	Гематокрит, %	21,98±2,91	22,7±5,22	26,2±4,39	21,90±0,33
4	Лейкоциты, тыс. мм 3	11,2±1,44	11,3±0,14	11,36±3,00	11,2±1,71
5	Лимфоциты, %	54,7±3,15	50,51±1,18	51,02±8,57	53,2±4,22
6	Моноциты, %	6,69±4,94	7,68±3,34	7,90±1,99	7,26±1,15
7	Эозинофилы, %	7,3±1,63	7,79±1,53	7,83±4,50	7,41±1,53
8	Нейтрофилы, %	35,44±5,09	37,28±4,38	38,96±11,44	36,94±3,08
9	Тромбоциты, 10^{9}/л	1040±112,3	915,3±115,0	975,0±116,5	998±117,0

Анализ гематологических показателей крови у животных свидетельствует, что концентрация гемоглобина в биопрепарате «Меласса» составила 78,8±7,14 что на 11,8 % выше по сравнению с началом опыта и на 6,8% выше чем в контрольной группе. Показания лейкоцитов в крови после применения биопрепаратов «НКП» и «Меласса» осталась на уровне с контрольными показателями.

Результаты гематологических показателей крови в течение шестинедельного применения биопрепаратов «НКП» и «Меласса» свидетельствуют об их безопасности, поскольку задаваемые дозы не показали выраженной токсичности или побочных эффектов у молодняка крупного рогатого скота.

Список литературы

1. Методические указания по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов, утв. 14.07.2003 г. Департаментом ветеринарии МСХ РФ.
2. Потехина Р.М. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан / Р.М. Потехина, О.К. Ермолаева, З.Х. Сагдеева, Э.И. Семенов // Ветеринарный врач. – 2019. - №1. – С. 19-23.
3. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья / Р.М. Потехина [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5, № 2(18). – С. 197-203.
4. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации / С.А. Семенова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 224. – С. 196-199.
5. Оценка общей токсичности кормов Республики Татарстан / З.Х. Сагдеева [и др.] // Ветеринарный врач. – 2020. – № 5. – С. 59-65.
6. Макаев, Х.Н. Этиология, патогенез и меры борьбы с некробактериозом крупного рогатого скота / Х.Н. Макаев, Д.А. Хузин, Р.М. Потехина, Н.А. Мухамметшин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2012. - Т.209. – С.202-206.
7. Плесневые грибы и пиогенные бактерии – причины болезней пальцев и копытец у коров / Р.М. Потехина [и др.] // Ветеринарный врач. – 2021. – № 2. – С. 44-49.

УДК 619:661.635:615.9

Петров М.С., Асрутдинова Р.А., Хайруллин Д.Д.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ

Аннотация. Цель исследования — оценить влияние солей фосфония, вводимых с питьевой водой в дозе 10 г/л, на гематологические показатели молодняка кур кросса «Ломан Браун» в возрасте 17–45 суток. Установлено, что микроклиматические факторы, качество воды и кормов соответствовали зоогигиеническим нормам. В этих условиях применение трифенилфосфония в течение трех дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят.

Ключевые слова: трифенилфосфоний, ремонтный молодняк кур, состав крови, физиологическое состояние, микроклимат.

В условиях растущей интенсификации животноводства возрастает роль профилактических мероприятий и ветеринарно-санитарной защиты сельскохозяйственных животных от болезней [10]. При высокой концентрации птиц на ограниченной территории (комплексы, птицефабрики и т.д.) увеличивается количество возбудителей вирусной и бактериальной природы, их накопление в замкнутом пространстве. Это приводит к понижению физиологической реактивности и естественной резистентности организма, нарушению обмена веществ, снижению продуктивности и сохранности, оказывающих негативное влияние на организм, особенно молодняка птицы [1, 3].

При этом необходимо учитывать, что на сегодняшний день в агропромышленном комплексе страны одной из самых главных и сложных задач является увеличение производства животноводческой продукции. Птицеводству как наиболее скороспелой и высокодоходной отрасли животноводства, обеспечивающей более 30% потребности населения в натуральных продуктах питания животного происхождения, принадлежит большая роль в решении данной задачи [6].

Изыскание высокоэффективных средств, для энтерального применения цыплятам, является актуальным и отвечает запросам не только промышленного, но и фермерского птицеводства Достижение вышеуказанной цели должно стать неотъемлемым звеном в системе зооветеринарных мероприятий при производстве птицеводческой продукции [9].

Конструирование новых эффективных лекарственных средств, обладающих высокой физиологической активностью и минимальной токсичностью, является фундаментальной задачей биомолекулярной, фармацевтической и медицинской химии [2, 4].

Тем не менее, существует необходимость в испытании новых соединений для возможности их длительного применения [11]. Цель исследования — оценить влияние солей фосфония на организм ремонтного молодняка птицы при данных условиях содержания.

Материалы и методы. Эксперимент по определению влияния трифенилфосфония на организм птиц проводили на молодняке кур со средней живой массой 175,25±5,54 грамм обоих полов при пероральном введении в соответствии с руководствами по определению доклинических исследований лекарственных средств [5, 7, 8].

Для опыта брали три группы по десять 17-дневных цыплят в каждой. Молодняк птицы содержался в специально оборудованных клетках при оптимальных условиях содержания, кормления и поения до достижения 45-дневного срока. Среди них была выделена контрольная группа, которым вводили растворитель соли - дистиллированную воду. Введение самого вещества 1 опытной группе продолжалось в течение 3 дней, а 2 опытной - 5 дней. На протяжения всего срока эксперимента производили измерения температуры, пульса, дыхательных движений, исследования крови подопытных. Трифенилфосфоний измеряли при помощи весов Rexant и растворяли в дистиллированной воде для дальнейшего введения его в желудок при помощи пищеводного зонда с оливой на конце и присоединённого шприца. Об общем действии вещества судили по изменению поведения животных, появлению у них после введения тех или иных признаков, не наблюдавшихся в параллельном контроле после применения плацебо.

У испытуемых каждые семь дней отбирали кровь из подкрыльцовой вены для проведения её морфологического анализа. Гематологические показатели определяли на автоматическом геманализаторе «URIT-3020».

Проводили статистическую обработку полученных данных методом вариационной статистики посредством сравнения средних по критерию t-Стьюдента.

Исследования были проведены при строгом соблюдении всех требований Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных или иных целей».

Результаты исследований. Цыплята содержались в специально оборудованных клетках в помещении вивария на территории Казанского ГАУ института Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Виварий имел подходящие условия микроклимата для содержания цыплят с температурой воздуха 27,1±0,29^{o}C, относительной влажностью 67,2±1,21%, скоростью движения воздуха в помещении 0,6±0,04 м/с. Клетки оснащены системой подачи воды с ниппельными поилками и каплеуловителями, а также кормушками. Рацион состоял из ПК-2: зерновая группа (кукуруза, пшеница), белковые компоненты (шрот, жмыхи, рыбная мука), витаминно-минеральный комплекс, ферменты и аминокислоты. Поение осуществлялось водой из артезианской скважины. Вода удовлетворяет ГОСТ 2874-82. Цыплята содержались на сетчатом полу с мелкими ячейками, под которыми находились поддоны для сбора отходов жизнедеятельности. Отходы жизнедеятельности удалялись вручную каждый день. Поддоны наполнялись опилками для поглощения излишек влаги от отходов.

Таблица 1 – Параметры микроклимата в помещении при выращивании ремонтного молодняка птицы

Возраст, сут	Показатель микроклимата внутри птичника					
	Температура, ºС	Концентрация вредных газов, мг/м^3			Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		NH_3	CO_2	H_2S		
17-28	32,1±0,29	-	-	-	67,2±1,21	0,4±0,04
29-42	28,9±0,22	-	-	-	69,4±0,98	0,4±0,08
43-45	25,8±0,19	4,3±0,50	-	-	70,5±1,42	0,7±0,05

Из таблицы 1 видно, что на протяжении всего опыта скорость движения воздуха и относительная влажность соответствовали требованиям зоогигиены. При исследовании газового состава установили, что концентрация NH_3 не превышала зоогигиенические параметры для птицеводческих комплексов, а наличие CO_2 и H_2S выявлено не было. Таким образом выращивание цыплят кросса «Ломан Браун» соответствует технологической схеме производства.

Анализ воды дал следующие результаты цветность менее10 градусов, вкус 1 балл, прозрачность 36 см, ощутимый запах отсутствовал, pH равнялся 6, содержание аммиака 0,08±0,009 мг/л, нитритов менее 0,02 мг/л, нитриты отсутствовали. Содержание сульфатов составило 550,4±4,8 мг/л, железа 0,1±0,05мг/л, хлоридов 60,5±2,26 мг/л, БПК 6,2±0,8 мгО/л. Общая жесткость составила 11,5 мг экв/л.

Внешний осмотр цыплят показал, что подопытные как до, так и после введения вещества были клинически здоровы: имели хороший аппетит, умеренную жажду, их суточная активность была свойственна животным контрольной группы, которым вводили дистиллированную воду. Слизистые оболочки ротовой полости у опытных животных имели бледно-розовый цвет, умеренную влажность, сохранили свою целостность. Перьевой покров был сохранён, кожа не имела внешних повреждений. Физиологические показатели, включающие в себя температуру тела птиц, частоту сердечных сокращений в минуту, частоту дыхательных движений в минуту наглядно отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Физиологические показатели цыплят на протяжении опыта, n=10

Группа	Срок исследования	Температура, °С	Частота сердечных сокращений, уд/мин	Частота дыхательных движений в мин
Нормы		40,5–41,5	280–340	35–55
Контрольная	Исходное значение	41,0 ± 0,25	310,3 ± 7,1	45,4 ± 2,5
	На 7 сутки	41,1 ± 0,22	312,7 ± 6,4	46,7 ± 2,3
	На 14 сутки	41,0 ± 0,24	308,2 ± 7,0	44,6 ± 2,6
	На 21 сутки	40,9 ± 0,26	311,6 ± 8,1	45,1 ± 2,4
	На 28 сутки	41,0 ± 0,23	309,1 ± 6,9	45,5 ± 2,2
1 Опытная	Исходное значение	41,0 ± 0,24	310,4 ± 7,2	45,8 ± 2,5
	На 7 сутки	40,7 ± 0,26*	328,6 ± 8,4*	52,2 ± 2,8*
	На 14 сутки	40,8 ± 0,25*	322,5 ± 7,7*	50,4 ± 2,6
	На 21 сутки	40,6 ± 0,27*	330,2 ± 9,3*	53,6 ± 3,0*
	На 28 сутки	40,8 ± 0,24*	325,8 ± 7,6*	51,1 ± 2,7*
2 Опытная	Исходное значение	41,0 ± 0,24	310,2 ± 7,2	45,7 ± 2,5
	На 7 сутки	40,3 ± 0,28*	342,6 ± 10,0*	58,9 ± 3,2*
	На 14 сутки	40,1 ± 0,30*	350,1 ± 11,7*	62,2 ± 3,5*
	На 21 сутки	40,0 ± 0,31*	355,3 ± 12,2*	64,3 ± 3,7*
	На 28 сутки	40,2 ± 0,29*	348,0 ± 10*	61,7 ± 3,4*

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Полученные результаты исследований физиологических показателей цыплят показывают, что при длительном введении трифенилфосфония у второй опытной группы, получавшей соль фосфония в течение 5 дней, наблюдалось незначительное превышение частоты сердечных сокращений в

минуту и частоты дыхательных движений в минуту, в сравнении с первой опытной, что можно обосновать различиями в режимах применения соли фосфония.

Таблица 3 – Морфологические показатели крови цыплят при применении трифенилфосфония, n=10

Группы	Сроки исследований	Показатели				
		Эритроциты, 10^12/L	Гемоглобин, g/l	Тромбоциты, 10^9/L	Гематокрит, %	Лейкоциты, 10^9/L
Контрольная	Исходные показатели	3,48±0,03	101,40±0,76	68,99±1,10	28,27±0,34	20,00 ± 0,16
	На 7 сутки	3,37±0,11	100,76±1,95	66,60±1,20	30,79±0,51	19,99 ± 0,12
	На 14 сутки	3,53±0,13	104,14±2,21	68,30±3,12	27,97±1,35	19,99 ± 0,19
	На 21 сутки	3,29±0,12	97,85±2,50	73,40±4,25	31,29±0,25	20,00 ± 0,19
	На 28 сутки	3,61±0,13	104,33±3,02	67,70±6,87	28,92±0,68	20,00 ± 0,20
1 Опытная	Исходные показатели	3,51±0,06	102,27±1,64	68,68±1,18	28,70±0,21	20,01 ± 0,19
	На 7 сутки	3,48±0,15	102,24±2,87	67,32±3,23	29,34±0,43*	20,00 ± 0,12
	На 14 сутки	3,58±0,15	104,04±2,50	72,70±4,68	24,82±0,56*	20,00 ± 0,20
	На 21 сутки	3,43±0,14	100,81±2,93	75,30±5,07	29,90±0,47**	20,00 ± 0,18
	На 28 сутки	3,52±0,12	102,52±2,50	66,20±3,65	26,72±0,71*	20,00 ± 0,21
2 Опытная	Исходные показатели	3,43±0,02	100,20±0,45	70,69±2,05	28,55±0,12	20,02 ± 0,19
	На 7 сутки	3,34±0,14	99,33±2,85	62,10±4,02	32,19±0,41*	20,01 ± 0,17
	На 14 сутки	3,46±0,15	101,97±2,87	63,70±5,46	26,20±0,69	20,00 ± 0,18
	На 21 сутки	3,46±0,16	100,64±3,22	72,30±4,10	32,28±0,40*	20,00 ± 0,17
	На 28 сутки	3,26±0,10*	97,66±1,95	63,10±4,19	30,55±0,91	20,01 ± 0,16

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02.
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Отобранные нами показатели крови, полученные при многократном введении трифенилфосфония в организм цыплят отражены в таблице 3, где представлен обзор морфологических показателей крови и в таблице 4 с разбором лейкоформулы.

Наблюдали некоторое снижение гематокрита (таб. 3) у цыплят 1 опытной группы в сравнении с контрольной, и он составил на 7 сутки 29,34±0,43 (p≤0,05), на 14 сутки 24,82±0,56 (p≤0,05), на 21 сутки 29,90±0,47 (p≤0,02), на 28 сутки 26,72±0,71 % (p≤0,05) с момента введения трифенилфосфония. А у молодняка кур 2 опытной группы зафиксировано его незначительное повышение на 7 сутки до 32,19±0,41 % (p≤0,05), а на 21 сутки до 32,28±0,40 % (p≤0,05) в сравнении с контрольной. Стоит отметить, что все показатели были в пределах референсных значений.

Таблица 4 – Лейкоформула цыплят при применении трифенилфосфония, n=10

Группа	Срок исследования	Показатель				
		Лимфоциты, %	Псевдоэозино-филы, %	Моноциты, %	Эозинофилы, %	Базофилы, %
Конт-рольная	Исходное значение	57,82±0,47	26,59±0,54	6,99±0,29	7,06±0,26	1,54±0,09
	На 7 сутки	57,77±0,35	27,00±0,27	6,77±0,27	6,95±0,30	1,51±0,13
	На 14 сутки	57,12±0,63	27,29±0,60	6,92±0,13	7,11±0,30	1,56±0,20
	На 21 сутки	56,77±0,71	26,60±0,53	7,05±0,35	7,79±0,24	1,78±0,11
	На 28 сутки	57,66±0,71	27,10±0,52	6,17±0,37	7,24±0,30	1,84±0,15
1 Опыт-ная	Исходное значение	57,38±0,61	26,75±0,55	6,93±0,42	7,41±0,30	1,54±0,13
	На 7 сутки	59,12±0,42*	25,90±0,35*	6,55±0,22	6,63±0,18	1,79±0,14
	На 14 сутки	57,66±0,81	26,98±0,41	6,70±0,40	7,30±0,32	1,37±0,09
	На 21 сутки	58,79±0,58*	27,14±0,75	5,84±0,41*	7,12±0,34	1,51±0,12
	На 28 сутки	57,97±0,76	26,36±0,46	6,26±0,44	7,53±0,31	1,88±0,17

2 Опыт-ная	Исходное значение	57,18±0,57	27,18±0,51	7,08±0,45	7,03±0,30	1,53±0,15
	На 7 сутки	58,75±0,47	27,83±0,51	6,08±0,35	5,88±0,38*	1,47±0,11
	На 14 сутки	59,60±0,66**	25,87±0,40*	6,04±0,31**	6,76±0,47	1,74±0,22
	На 21 сутки	59,32±0,63**	26,15±0,48	5,96±0,34*	7,19±0,27	1,43±0,12*
	На 28 сутки	59,64±0,55*	26,19±0,34	5,74±0,27	6,85±0,24	1,59±0,14

Примечание: *P≤0,05, **P≤0,02.
Note: *P≤0,05, **P≤0,02.

Полученные результаты исследований лейкоформулы крови подопытных показывают, что на 7, 21 сутки после введения трифенилфосфония в организме птиц первой группы и на 14, 21, 28 сутки у цыплят второй группы происходило повышение уровня лимфоцитов.

Данные, полученные от цыплят, которым вводили трифенилфосфоний в течение 5 дней, свидетельствуют о незначительном снижении эозинофилов на 7 сутки и базофилов на 21 сутки. Содержание моноцитов на 21 сутки у цыплят, получавших 5 дней подряд трифенилфосфоний, было меньше, чем у контрольной группы, но оставалось в пределах референсных значений.

Применение трифенилфосфония в течение 3 дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят. Установлено, что микроклиматические факторы, качество воды и кормов соответствовали зоогигиеническим нормам. В этих условиях применение трифенилфосфония в течение трех дней оказало более выраженное положительное влияние на физиологические показатели и морфологический состав крови цыплят.

Список литературы

12. Асрутдинова, Р.А. Коррекция естественной резистентности организма телят / Р. А. Асрутдинова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. — 2023. — Т.254. — №2 - С. 11–15.
13. Камалиев, А.Р. Оценка безопасности некоторых полисахаридов /А.Р. Камалиев, М.Г. Сагитова, Р.А. Асрутдинова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. -2014. Т. 217.- № 1. -С. 109-112.
14. Козак, С. С. Актуальность совершенствования метода ускоренного обнаружения сальмонелл в мясе птицы, субпродуктах и полуфабрикатах птичьих / С. С. Козак // Modern Agricultural Technologies – 2024. — УДК 637:07. — С. 250.
15. Маланин Л.П. Ветеринарные препараты: Справочник / Сост.:В 39 Л.П. Маланин А.П. Морозов, А.С. Селивановз; Под ред. А.Д. Третьякова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
16. Миронов, А.Н. Руководство по определения доклинических исследований лекарственных средств / под ред. А.Н. Миронов. – М.: Гриф и К. – 2012. – Ч.1. – 944 с.
17. Насонов, И.В. Эффективность применения кормовой добавки, полученной методами нанобиотехнологий, при выращивании цыплят-бройлеров / И.В. Насонов // Ветеринарный журнал Беларуси. - Витебск, Республика Беларусь. – № 1 (12). – 2020. – С. 60-64.
18. Першин, Г.Н. Методы экспериментальной химиотерапии / Г.Н. Першин. – М.: Медицина, 1971. – С. 171-195.
19. Смирнов, А.М. Научно-методологические аспекты исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных / А.М. Смирнов, В.И. Дорожкин // Рос. акад. с.-х. наук. – Москва. 2008 - 120 с.
20. Смирнова, Н. С. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина / Н. С. Смирнова // Ветеринарная практика. — 2007. — № 1 (36). — С. 27–31.
21. Старовойтова, М.В. Влияние модукокса-вбф на организм ягнят / М.В. Старовойтова // Ветеринарный журнал Беларуси. - Витебск, Республика Беларусь. – № 1 (12). – 2020. – С. 89-95.
22. Хабриев, Р.У. Методические рекомендации оценка аллергизирующих свойств фармакологических средств N 98/300 / Р.У. Хабриев // под общей редакцией доктора мед. наук, профессора А.Г. Рудакова и член-корр. РАМН, профессора В.П. Фисенко. – Москва, 1998. – С. 5, 12.

УДК 619:616-08:616.152.11:636.2

Грачева О.А., Линчук З.Д.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЭТИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ АЦИДОЗА РУБЦА У КОРОВ

Аннотация. В данной работе представлены результаты проведенных исследований по изучению этиологии подострого ацидоза рубца, при этом установлено, что основной причиной может служить повышенная влажность кормов, в частности силоса. Ключевыми клиническими признаками ацидоза рубца у коров были определены: уменьшение частоты жевательных движений; снижение числа рубцовых сокращений; диарея без выраженной структуры или с крупными непереваренными частицами корма; начальные проявления ламинита. Лечебная эффективность схемы терапии ацидоза рубца, применяемой в хозяйстве и предусматривающей дренчевание больных коров тёплым 2,5% раствором гидрокарбоната натрия вместе с внутримышечными инъекциями препарата «Кабуфол» в течение 2 дней, была подтверждена результатами исследования

Ключевые слова: корова, ацидоз рубца, рацион, метаболические болезни.

На современном этапе животноводство развивается по пути интенсивного производства. В связи с этим наряду с местными породами сельскохозяйственных животных активно внедряются западные породы молочного и мясного направления, а также современные технологии их содержания и кормления. Одновременно заимствуются новые нормы потребности в питательных веществах, современные показатели оценки состава кормов (обменный белок, структурные и неструктурные углеводы [2].

Высокий уровень продуктивности сопровождается усиленным обменом веществ и повышенной нагрузкой на клетки, органы и системы организма — пищеварительную, дыхательную, сердечно-сосудистую и выделительную. В ходе метаболизма в организме непрерывно протекают тысячи реакций синтеза и распада веществ. Все эти процессы находятся под контролем и регулируются центральной нервной системой и гуморальными механизмами.

Срок хозяйственного использования коров сократился в среднем до 2–3 лактаций. Главной причиной выбраковки животных являются метаболические нарушения, возникающие вследствие кормления, не соответствующего физиологическому состоянию в предродовой и послеродовой периоды [1]. Одним из таких нарушений является ацидоз рубца — заболевание, при котором происходит смещение pH содержимого рубца в кислую сторону, изменяется состав микрофлоры, нарушаются процессы рубцового пищеварения, что приводит к снижению продуктивности и ухудшению воспроизводительной функции. Болезнь может протекать как в клинической, так и в субклинической форме. У высокопродуктивных коров доля субклинического ацидоза достигает 50% среди всех обменных патологий.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе животноводческого комплекса ООО «Шали-Агро», расположенного в Пестречинском районе Республики Татарстан. Объектом исследования являлся крупный рогатый скот голштинской породы в возрасте от первой лактации и старше, преимущественно новотельные коровы. Для установления диагноза выполняли клиническое обследование, включающее наблюдение, осмотр, пальпацию и аускультацию. В рамках лабораторной диагностики определяли уровень pH мочи и содержимого рубца. Кроме того, проведён биохимический анализ крови в ГБУ «Пестречинское РГВО».

В процессе выполнения работы были изучены случаи возникновения ацидоза у дойных коров с учётом их возраста, стадии лактации и срока после отёла. С этой целью проанализированы записи амбулаторного журнала регистрации больных животных, а также данные электронной системы учёта «Dairy Comp» за 2024–2025 годы. Дополнительно рассмотрены сведения о рационах кормления коров в сухостойный и послеродовой периоды.

При установлении окончательного диагноза учитывали ряд характерных клинических признаков: ослабленную и редкую жвачку, общее угнетённое состояние, без выраженной структуры либо с крупными непереваренными частицами корма, что указывало на нарушение переваривания. Также отмечались выгибание спины дугой, изменение или снижение аппетита, склонность к залеживанию и западение глазных яблок.

Для проведения исследования была сформирована группа из 10 голов крупного рогатого скота голштинской породы. У животных осуществляли забор крови, а также отбирали пробы мочи и содержимого рубца с целью определения уровня pH.

Отбор крови осуществляли из хвостовой вены в индивидуальные пробирки с соблюдением требований асептики и антисептики. Пробы получали в первые сутки после начала заболевания, а также спустя 14 дней от начала лечения. Забор крови проводили в утренние часы.

Дополнительно отбирали образцы мочи для определения уровня pH. Терапия включала принудительное выпаивание животных тёплым 2,5% раствором гидрокарбоната натрия с

использованием дренчера в течение трёх суток, а также подкожное введение препарата «Кабуфол» в дозе 2–5 мл на 10 кг массы тела в течение двух дней.

Результаты исследований. Установлено, что ведущей причиной снижения pH содержимого рубца является нарушение технологии подготовки кормов, связанное с несоблюдением протоколов кормления, разработанных зоотехнической службой животноводческого комплекса. При анализе этиологии ацидоза рубца у коров в условиях ООО «Шали-Агро» были учтены следующие зоогигиенические факторы содержания, способные повлиять на уменьшение pH рубца:

• уровень влажности кормов;
• качество и равномерность их перемешивания в кормораздатчике;
• возможный избыток концентратов в рационе;
• степень измельчения кормовых волокон.

Установлено, что уровень сухого вещества в рационе дойных коров составляет 45%, что находится в пределах физиологической нормы (42–50%). По результатам органолептической оценки корма перемешаны равномерно, а количественное соотношение кормовых частиц соответствует установленным требованиям. Дополнительно проведено определение pH, а также анализ силоса на влажность. Это обусловлено тем, что при избыточной влажности силоса в нём накапливается значительное количество молочной кислоты. Повышенное её содержание в кормах способствует увеличению осмотического давления, угнетению и гибели микрофлоры рубца, что в дальнейшем может приводить к развитию ацидоза. Определение pH силоса проводили с использованием индикаторной бумаги, которую помещали в отобранную для анализа пробу. Полученное значение кислотности составило 4, что соответствовало светло-оранжевой окраске по эталонной шкале. Расчёты показали, что содержание сухого вещества в кукурузном силосе равно 25% при нормативных показателях 30–35%. Следовательно, применяемый в рационах коров кукурузный силос характеризуется повышенной влажностью, что указывает на увеличенное содержание молочной кислоты (более 6–8%).

Избыточное накопление молочной кислоты в рубце коров способствует её превращению, что приводит к снижению pH рубцового содержимого. Кроме того, развитию ацидоза рубца может способствовать воздействие стрессовых факторов, которое также нельзя исключать.

Анализ распространённости заболевания показал, что в 2025 году число заболевших коров оказалось в 1,5 раза выше по сравнению с 2024 годом. Данный рост может быть связан с усилением интенсификации производства, увеличением поголовья без расширения штата ветеринарных специалистов, а также с корректировкой схем кормления, в частности с повышением доли концентратов в рационах.

Более высокая частота случаев ацидоза рубца в весенний период в хозяйстве связана с массовыми отёлами первотёлок, организм которых ранее не подвергался столь выраженной нагрузке. В результате желудочно-кишечный тракт не успевает адаптироваться к переходу от рациона позднего сухостойного периода с минимальным содержанием концентратов к послеродовому рациону, характеризующемуся их увеличенной долей.

Для оценки лечебной эффективности применяемой схемы терапии ацидоза рубца при постановке окончательного диагноза у исследуемых животных собирали анамнестические данные о условиях содержания и кормления, возрасте, физиологическом состоянии и уровне физической активности, чтобы определить стадию заболевания и выбрать соответствующий подход к лечению.

Клиническая картина исследуемого заболевания у больных коров в хозяйстве была практически однородной: все 10 случаев относились к подострой (субклинической) форме ацидоза, проявлявшейся без выраженных симптомов. Поскольку диагностика на этой стадии затруднительна без тщательного осмотра, каждое животное исследовали по комплексной схеме «по кругу».

В таблице 1 представлены клинические проявления ацидоза рубца у исследованных коров в хозяйстве с сопоставлением их показателей с данными здоровых животных, а также с результатами тех же коров через 14 суток после начала терапии.

В первые сутки заболевания и начала терапии у исследуемых коров частота сердечных сокращений и дыхательных движений находилась на верхней границе нормы, однако через 14 дней лечения эти показатели пришли в пределах референтных значений

Таблица 1 – Изменения клинико-физиологических показателей коров

Показатели	Здоровые животные	Заболевшие животные	
		В начале лечения (1-е сутки)	После лечения (14-е сутки)
Температура, °С	38,5-39,3	38,94±0,21	39,02±0,18
Пульс, серд. сокр./мин.	50-80	75,5±3,5	63,4±3,6
Дыхание, дых. дв./мин.	18-28	26,2±2,8	21,6±2,2
Рубцовые сокращения, рубц. сокр./5 мин.	8-12	6,6±1,2	10,2±1,0

Жвачка, жев. дв./мин.	28-36	17,6±2,8	30,6±2,2
pH рубца	6-7	5,40±0,09	6,26±0,13
pH мочи	6-7	5,65±0,11	6,14±0,06
Оценка кала, балл	3	1-2	3
Молочная продуктивность, кг./сут.		18,6±2,1	21,5±2,3

. Количество рубцовых сокращений, жевательных движений, значения pH рубца и мочи, состояние кала и молочная продуктивность были существенно ниже, чем у здоровых животных, но к концу 14-дневного периода лечения все эти показатели восстановились до физиологических уровней. Все перечисленные показатели указывают на восстановление физиологических функций дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и других систем организма. При этом молочная продуктивность за этот период полностью не восстановилась, так как её нормализация требует большего времени.

Ключевыми клиническими признаками ацидоза рубца у коров были определены:

- общее угнетённое состояние;
- уменьшение частоты жевательных движений;
- учащение сердечных сокращений (тахикардия) и дыхания (тахипноэ);
- снижение числа рубцовых сокращений;
- ослабление пищевой возбудимости;
- диарея без выраженной структуры или с крупными непереваренными частицами корма;
- начальные проявления ламинита.

Все перечисленные клинические признаки заболевания у коров наблюдались в первые сутки после постановки окончательного диагноза и начала терапии.

В процессе лечения коров по разработанной в хозяйстве схеме все клинические признаки постепенно исчезали, а физиологическое состояние животных приходило в норму. В результате терапии все животные полностью выздоровели через 4 дня применения данной лечебной схемы.

При оценке эффективности терапии ацидоза особое внимание уделялось биохимическим показателям крови животных. Следует отметить, что в первые сутки заболевания уровни общего белка, резервной щёлочности, глюкозы и общего кальция находились на нижней границе нормы. Через 14 дней после начала лечения эти показатели пришли в соответствие с нормативными значениями. Концентрация неорганического фосфора в первые сутки превышала физиологическую норму, однако к концу 14-дневного периода лечения она снизилась до нормального уровня.

Таблица 2 - Биохимические показатели крови коров

Показатели	Здоровые животные	Заболевшие животные	
		В начале лечения (1-е сутки)	После лечения (14-е сутки)
Общий белок, г/л	72, 0-86,0	73,1±1,9	82,2±2,6
Резервная щёлочность, об% CO_2	46,00-66,00	46,60±3,40	61,5±2,10
Глюкоза, ммоль/л	2,30-4,10	2,61±0,18	3,43±0,22
Неорганический P, ммоль/л	1,48-2,90	2,91±0,08	2,55±0,05
Общий Ca, ммоль/л	2,10-3,10	2,13±0,05	2,78±0,08

Таким образом, все 10 исследуемых коров полностью выздоровели в течение 3–4 дней лечения субклинического ацидоза рубца по схеме, применяемой в ООО «Шали-Агро». Это подтверждает высокую эффективность данной терапевтической программы.

Заключение. Ацидоз рубца у коров в хозяйстве ООО «Шали-Агро» встречается в 6,8% от общего поголовья. Проведённые исследования показали, что основным этиологическим фактором возникновения заболевания является высокая влажность кукурузного силоса, достигшая 75%. Кроме того, предрасполагающим фактором развития ацидоза является воздействие стрессовых условий на животных. Лечебная эффективность схемы терапии ацидоза рубца, применяемой в хозяйстве и предусматривающей дренчевание больных коров тёплым 2,5% раствором гидрокарбоната натрия вместе с внутримышечными инъекциями препарата «Кабуфол» в течение 2 дней, была подтверждена результатами исследования: у выздоровевших животных наблюдалось быстрое восстановление физиологических функций органов и систем.

Список литературы

1. Групповая профилактика ацидоза рубца у коров / Б. Бакиров, Н. Б. Рузикулов, Б. Хайитов, А. Х. Абдурасулов // Вестник ОмГУ. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. - 2023. - №4 (5). - С. 52-56.
2. Кольга Д. Ф. / Влияние кормления коров на производство молока / Д. Ф. Кольга, Т. В. Молюш, А. С. Костюкевич // УО "БГАТУ". Животноводство и ветеринарная медицина. - 2023. - №3. С. 13-18.

УДК 612.392.84

Додонова Е.А., Муртазина З.Д., Ахметзянова Г.Ф., Шангараев Р.И., Горбунова М.Е.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУХОГО МОЛОКА В МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Сокращение выработки молока приводит к увеличению фальсификации молочных товаров. Исходя из этого необходимым является регулярный отбор проб молочных продуктов для анализа на наличие примесей сухого молока. Данная статья посвящена качественной и количественной оценке наличия сухого молока в молочных продуктах, реализуемых на молочном рынке. Объектом исследования послужили пробы сметаны, сливок, молока сырого, пастеризованного и ультрапастеризованного. Исследования проведены методом иммуноферментного анализа в соответствии с методикой №K362D. Установлено, что массовая концентрация примесей сухого молока в молоке и молочных продуктах была менее предела обнаружения, а индекс позитивности отрицательный, что указывало на отсутствие молока сухого во всех исследуемых образцах.

Ключевые слова: сухое молоко; ИФА; молочная продукция.

Молочные продукты обладают оптимальным соотношением количества органических веществ, витаминов, микро- и макроэлементов для удовлетворения пищевых потребностей человека [8]. Большой потребительский спрос на молочную продукцию у населения привел к значительному росту ассортимента данных продуктов на рынке, что, в свою очередь, повлекло за собой снижение качества молочного сырья по некоторым показателям. Существует прямая зависимость: чем больше массовая доля белка в молоке, тем выше его жирность и, как следствие, высокая его пищевая ценность. Одним из негативных факторов, влияющих на качество молока и его жирность является низкое содержание белка в рационе кормления сельскохозяйственных животных в зимне-стойловый период [3,4,6]. Для нормализации сырья производителями может быть использовано сухое молоко в таких продуктах, как йогурты, кефирные продукты, мороженое, если это необходимо по технологии [1,10]. Необходимо учитывать, что использование сухого молока при производстве питьевого молока недопустимо. Если это происходит, то такой продукт уже будет называться восстановленное молоко [2].

Снижение цен на сухое молоко привело к увеличению его доли в сыром молоке, что является проблемой для его переработки [2, 8]. С целью фальсификации сырья используют так же такие сухие молочные продукты как сухая подсырная и даже творожная сыворотка. По сравнению с натуральными продуктами у них низкие потребительские свойства. Стоимость молочной сыворотки (промежуточного продукта переработки) невелика, поэтому она считается идеальным средством снижения себестоимости молочных продуктов. В связи с этим существует необходимость контроля потребительских свойств молочной продукции с применением в производстве качественного молока и продуктов его переработки. Отсутствие на этикетке информации об использовании сухого молока в составе продукта является нарушением технического регламента Таможенного союза [7,9,10]. Обеспечение постоянного мониторинга безопасности молочных продуктов – одно из важнейших направлений, определяющих здоровье человека.

В настоящее время существует несколько методов определения содержания сухого молока в продуктах питания, которые прошли официальную метрологическую аттестацию и апробацию в Роспотребнадзоре и Россельхознадзоре [7], а именно методики с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и иммуноферментного анализа (ИФА). Наиболее широкое распространение получил метод ИФА, так как ВЭЖХ является дорогим и трудоемким исследованием. Иммуноферментный анализ является оптимальным методом для определения массовой концентрации сухого молока в продуктах питания.

Цель данной работы – провести оценку качества молока и молочных продуктов на наличие примеси сухого молока.

Объектом исследования являлось молоко и молочные продукты разных торговых марок и производителей всего 189 проб (сметана, сливки, молоко сырое, пастеризованное и ультрапастеризованное).

Анализ был проведен методом ИФА, который основан на реакции специфического взаимодействия антиген – антитело (сэндвич) тест-системы [2]. В данном случае на поверхности лунок коммерческого планшета нанесены антитела, с которыми связываются «антигены-мишени» из анализируемой пробы (белок сухого молока). Отметим, что на обнаружение «антигена-мишени» не влияют процессы, связанные с переработкой сырого молока. Таким образом, данный метод позволяет определить наличие сухого молока практически в любом виде молочной продукции, поскольку присутствие примесей связано лишь с нахождением сухого молока в исходном сырье.

В работе использовали аттестованную методику №К362D пятой редакции. Наличие примеси сухого молока в анализируемых пробах определяли с помощью набора реагентов «Сухое молоко-ИФА» производства ООО «Хема» (Россия). Массовую долю сухого молока измеряли в диапазоне концентраций от 0,5 до 200,0 мг/см^3, согласно инструкции, к методике №К362D [5]. Результаты качественного анализа оценивали по индексу позитивности (ИП) — универсальный показатель, который применяют в качественных иммуноферментных тестах.

Все реагенты перед лабораторным исследованием выдерживали при температуре от плюс 20 °С до плюс 25 °С. Навеску контрольных образцов и исследуемых проб проводили на лабораторных аналитических весах с высоким классом точности и осуществляли анализ с учетом проведения двух параллельных измерений. В рамку планшета помещали необходимое количество стрипов для проведения анализа. Для каждого реагента использовали отдельную емкость. Ячейки микропланшета закрывали специальной пленкой и инкубировали, не допуская высыхания. Оптическую плотность определяли с помощью спектрофотометра «Multiskan GO» (Thermo) с длиной волны 450 нм. Статистическую обработку результатов проводили в программе MS-Excel.

Полученные в рамках проведенного исследования результаты оценки присутствия примесей сухого молока в продуктах, реализуемых на рынке молочной продукции, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения примесей сухого молока в молоке и молочных продуктах

Объект исследования	Кол-во	Индекс позитивности	Массовая концентрация, мг/см^3
Молоко сырое	67	< 0,27±0,24	менее предела обнаружения
Молоко питьевое пастеризованное	53	< 0,20±0,13	менее предела обнаружения
Молоко питьевое ультрапастеризованное	36	< 0,34±0,17	менее предела обнаружения
Сметана	13	< 0,21±0,10	менее предела обнаружения
Сливки	20	< 1,29±0,01	менее предела обнаружения
Примечания: ± - погрешность			

Как видно из таблицы 1, ИП указывал на отсутствие молока сухого во всех исследуемых образцах. Массовая концентрация примесей сухого молока в молоке и молочных продуктах была в диапазоне менее предела обнаружения.

Важно отметить, что полученные результаты не исключают полное отсутствие фальсификации молока и молочных продуктов сухим молоком. Перед тем как выпустить продукцию на рынок, производители обязаны доказать ее безопасность, подтвердив соответствие техническим регламентам и получив соответствующую декларацию. Это повышает потребность в лабораторных исследованиях качества молочных продуктов, включая точное определение содержания сухого молока. Необходимо регулярно проверять качество молочных продуктов на соответствие требованиям Евразийского экономического союза и техническому регламенту Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции", который четко указывает, что в питьевом молоке в потребительской упаковке сухое молоко и вода недопустимы.

Список литературы

1. Абдуллаева, Л.В. О дополнительных показателях качества сырого молока / Л. В. Абдуллаева // Переработка молока. – 2015. – № 3. – С. 18-19.
2. Анализ текущего состояния наличия эффективных методов определения сухого молока в молоке и молочной продукции / Ш. М. Велямов, Л. А. Курасова, М. Т. Велямов [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2019. – № 2(140). – С. 127-132.
3. Брагин, Г. А. Качество сухого молока / Г. А. Брагин // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: развитие технических систем и энергетики в АПК : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Челябинск, 17–21 марта 2025 года. – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2025. – С. 193-196.

4. Буданина, Л. Н. Исследование подлинности сухого молока методами термического анализа и электронной микроскопии / Л. Н. Буданина, А. Л. Верещагин, Н. В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 1(44). – С. 93-99.
5. Метод исследования №К362D. Методика измерения массовой концентрации молока сухого в пробах продуктов питания методом ИФА с помощью набора реагентов «Сухое молоко-ИФА, производства ООО «Хема» : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен 2016-05-16 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 14 с.
6. Оценка долгосрочной стабильности антибиотиков тетрациклиновой группы хроматомасс-спектрометрическим методом / А. З. Мухарлямова, Д. Н. Мингалеев, А. М. Сайфутдинов, О. В. Шлямина // Ветеринарный врач. – 2023. – № 5. – С. 15-20.
7. Топникова, Е. В. Вопрос - ответ. Определение сухого молока в питьевом / Е. В. Топникова // Молочная промышленность. – 2018. – № 10. – С. 58-59.
8. Тригуб, В.В. Изучение качества и безопасности молочных продуктов / В.В. Тригуб, М.В. Николенко // Ползуновский вестник. – 2020. – № 3 –С. 44-47.
9. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции : утверждено решением Совета с изменениями (на 23 сентября 2022 года) ЕЭК : введен 20.12.2017. – ЕЭК, 2017. – 204 с.
10. Guan R., Liu D. Use of fluorometry for determination of skim milk powder adulteration in fresh milk // Journal of Zhejiang University SCIENCE. – 2005. – Vol. 6, №11. – P. 1101-1106. DOI: https:// doi:10.1631/jzus.2005. B1101.

УДК 619:615.91:636:582.28(470.317)

Потехина Р.М., Хузин Д.А., Лукина Г.Р., Быкова П.В., Калимуллин Ф.Х.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

МИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ И ПОЧВЫ БУИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аннотация. При микологической оценке проб почв из животноводческих сельхозпредприятий Буинского района выделяли микромицеты родов: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Анализ кормов показал поражение зерновых культур грибами рода *Aspergillus* до 18 %, *Fusarium* – 6 %, *Penicillium* – 3 %, *Mucor* – 1 %. Грибы рода *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. niger*) чаще высевались из комбикормов. Общее число грибов (ОЧГ) в кормах находилось в пределах от 1,1х103 до 4,4х103 (КОЕ/г корма) и составило: в ячмене – 1,1х103; пшенице – 1,4х103; комбикорме № 1 – 2,1х103; комбикорме № 2 – 4,4х103, что не превышает ПДК и свидетельствовало об отсутствии органолептических признаков плесени в кормах. При тестировании на простейших большинство изолятов, указанных родов микроскопических грибов не обладали токсичностью, а 13 % имели слабую токсичность.

Ключевые слова: микромицеты, плесневые грибы, загрязнения кормов, изоляты, метаболиты

В результате метаболических процессов плесневыми грибами родов: *Fusarium*, *Penicillium* и *Aspergillus* вырабатываются сложные органические соединения – микотоксины. В настоящее время известно около 300 метаболитов, оказывающих неблагоприятное воздействие на живые организмы, включая животных и человека [1, 2]. Многообразие микотоксинов, создают высокий уровень их токсичности, опасные формы ее проявления, а также способность проникать в органы, ткани и биологические жидкости продуктивных животных и человека делают ситуацию крайне серьезной. Загрязнение пищевых продуктов и кормов микотоксинами – серьезная глобальная проблема, которая приводит к значительным экономическим потерям [3-9].

Целью наших исследований было проведение микологического анализа проб почвы и кормов, отобранных в трех сельхозпредприятиях Буинского района и почвы парковой зоны города Буинска.

Объектами исследований были пробы сельскохозяйственных культур, поступивших для исследования из трех сельхозпредприятий Буинского района в период 2024-2025 года, и почвы из парковой зоны г. Буинск.

Микологические исследования кормов и видовую идентификацию микроскопических грибов проводили в соответствии с методическими исследованиями в ветеринарной микологии [10-13].

Образцы проб сельскохозяйственных кормов и почвы культивировали на среде Чапека, при температуре 25 ^{0}С в термостате от 5 до 7 суток.

Токсичность выделенных штаммов грибов определяли на простейших *Paramecium caudatum*.

Общее количество грибов (ОЧГ) определяли методом серийных разведений и последующим посевом на агаризированные среды, с последующим подсчетом суммарного количества грибов в 1 г.

Родовую и видовую идентификацию изолятов по морфологическим признакам проводили с помощью специальных определителей и атласов.

Дополнительное биотестирование полученных изолятов проводили на кроликах (кожная проба) и на мышах (острый опыт).

Анализ почвы и кормов сельскохозяйственных культур: почвы, зеленной массы, пшеницы, кукурузы, показал, что (ОЧГ) – общее число грибов было в пределах от 2х103 до 4х103, а общая грибковая загрязненность почв в этих районах составляла от 2х105 до 3х105. Данные показатели не превышают предельно допустимую норму (5х104) по кормам, что свидетельствует об отсутствии плесневения. Показатели ОЧГ грибов в почве представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Микологическая оценка проб почв

№ пробы почвы	ОЧГ	Выделенные грибы
«Вамин-Буа» с. Мокрая Савалеевка		
1	$2,3x10^5$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp.*
2	$2.1x10^3$	*Fusarium sp., A.flavus, Mucor sp., Penicillium sp.*
3	$3,5x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Fusarium spp.*
4	$4,2x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Rhizopus sp.*
5	$2,7x10^3$	*A.flavus, Mucor sp.*
«Авангард» с. Кайбицы		
6	$3,3x10^5$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp., Rizopus sp.*
7	$4,1x10^3$	*A.flavus, Mucor sp.*
8	$3,4x10^3$	*A.niger, A.flavus, Mucor sp.*
9	$2,8x10^3$	*A.flavus, Trichoderma sp.*
г. Буинск		
10	$3,2x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp., Rhizopus sp.*
11	$2.9x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp.*
12	$3,7x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Trichoderma sp.*
13	$2,8x10^3$	*Penicillum sp., A.flavus, Mucor sp.*

На территории трех обследованных сельхозпредприятий Буинского района преобладали грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*. В пробах почвы парковой зоны г Буинска наиболее часто встречались грибы рода *Aspergillus* и *Mucor*. Микологическая оценка проб кормов сельхозпредприятий «Вамин-Буа» и «Авангард» Буинского района представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микологическая оценка проб кормов

№ пробы	Наименование проб	ОЧГ	Выделенные микромицеты
«Вамин-Буа» с. Мокрая Савалеевка			
1	Пшеница	$1,4x10^3$	*Mucor sp., Penicillum sp., Fusarium sp.*
2	Комбикорм № 1	$2,1x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp., Fusarium sp.*
3	Ячмень	$1,1x10^3$	*Penicillum sp., Rhizopus sp.*
«Авангард» с. Кайбицы			
1	Пшеница	$2,6x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Fusarium sp.*
2	Комбикорм № 1	$3,5x10^3$	*Mucor sp., Penicillum sp.*
3	Комбикорм № 2	$4,4x10^3$	*A.flavus, Mucor sp., Penicillum sp., Fusarium sp.*

Микологический анализ кормов показал поражение зерновых культур грибами рода *Aspergillus* составило до 18 %, *Fusarium* – 6 %, *Penicillium* – 3 %, *Mucor* – 1 %.

Общее число грибов в пробах кормов было в пределах от 1,4х101 до 4,4х103 (КОЕ/г корма), что не превышает ПДК и свидетельствует об отсутствии плесневения. Из указанных родов микромицетов, изолятов, обладающих выраженной токсигенностью не обнаружено. Опасных изолятов *Stachybotrys alternans* и *Dendrodochium toxium* не обнаружено.

Изучение токсичности микромицет, выделенных из проб кормов с использованием *Paramecium caudatum*, представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Токсичность микромицет на инфузориях (*Paramecium caudatum*)

№ п/п	Выделенные изоляты	Результат токсичности (время)				Выживаемость тест м/о в %
		15/	30/	1ч.	2ч.	
«Вамин-Буа» с Мокрая Савалеевка						
пшеница						
1	*Penicillium sp.*	73±1,4	71±2,2	67±1,6	63±1,9	не токсичный
2	*Fusarium sp.*	99±1,6	95±3,1	87±1,4	84±1,1	не токсичный
комбикорм № 1						
1	*A.flavus*	99±1,6	91±1,9	86±1,5	83±1,5	не токсичный
2	*Penicillium sp.*	86±1,1	82±3,2	76±1,8	71±1,2	не токсичный
3	*Fusarium sp.*	94±1,3	91±1,1	84±1,7	77±1,8	не токсичный
«Авангард» с. Кайбицы						
пшеница						
1	*A.flavus*	96±1,7	81±1,1	76±1,3	70±1,2	не токсичный
2	*Fusarium sp.*	99±1,6	95±3,1	87±1,4	81±1,7	не токсичный
комбикорм № 2						
1	*A.flavus*	83±1,2	81±1,1	76±1,3	67±1,2	не токсичный
2	*Fusarium sp.*	95±1,2	90±1,4	74±1,7	68±1,3	не токсичный
3	*Penicillium sp.*	63±1,3	71±2,2	67±1,6	66±1,9	не токсичный

Большинство микроскопических грибов при тестировании на простейших не обладали токсичностью, слабую токсичность показали 13 % выделенных изолятов.

При микологической оценке проб почв из трех животноводческих сельхозпредприятий Буинского района выделены микромицеты родов: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Пораженность зерновых культур грибами рода *Aspergillus* составила до 18 %, Fusarium – 6 %, *Penicillium* – 3 %, *Mucor* – 1 %. Из комбикормов чаще высевались грибы рода *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. niger*). Общее число грибов (ОЧГ) в кормах находилось в пределах от 1,1х103 до 4,4х103 (КОЕ/г корма) что не превышает ПДК и свидетельствовало об отсутствии органолептических признаков плесени в кормах. При тестировании на простейших большинство изолятов, указанных родов микроскопических грибов не обладали токсичностью, а 13 % имели слабую токсичность.

В почвах трех обследованных сельхозпредприятий Буинского района преобладали грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*. В пробах почвы парковой зоны г. Буинск наиболее часто встречались грибы рода *Aspergillus* и *Mucor*.

Список литературы

1. Методические указания по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов ; Утв. Департаментом ветеринарии МСХ РФ от 14 июля 2003 г. № 13-5-02/0827 [Электронный ресурс] // Система ГАРАНТ : сайт. – URL: https://base.garant.ru.
2. Микотоксины (в пищевой цепочке): монография / К. Х. Папуниди, М. Я. Тремасов, В. И. Фисинин [и др.] // Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». – 2017. – 158 с.
3. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан / Р. М. Потехина, О. К. Ермолаева, З. Х. Сагдеева [и др.] // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – С. 19-23.
4. Смоленцев, С. Ю. Биохимические показатели крови коров при применении иммуностимуляторов в сочетании с минеральной кормовой добавкой Фелуцен / С. Ю. Смоленцев, Л. Е. Матросова, Э. И. Семенов // Зоотехния. – 2015. – № 11. – С. 16.
5. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации / С. А. Семенова, Р. М. Потехина, Э.И. Семенов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 224. – С. 196-199.
6. Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных / Э. И. Семенов, М. Я. Тремасов, К. Х. Папуниди [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва : Росинформагротех, 2017. – 67 с.
7. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья / Р. М. Потехина, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5, № 2(18). – С. 197-203.
8. Оценка общей токсичности кормов Республики Татарстан / З. Х. Сагдеева, О. К. Ермолаева, А. Р. Валиев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2020. – № 5. – С. 59-65.
9. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – № S5. – С. 2-3.
10. Сравнение методов выявления в зерне токсинопродуцирующих грибов рода Fusarium / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, А. С. Орина // Микология и фитопатология. – 2017. –Т. 51, № 5. – С. 292-298.
11. Методы исследования в ветеринарной микологии / В. В. Курасова, В. В. Костин, Л. С. Малиновская ; Под ред. Спесивцевой Н.А. – Москва : Колос, 1971. – 312 с.

12. Влияние комбинированного действия микотоксинов и ионизирующего излучения на аллергическую сенсибилизацию / Э. И. Семенов, Н. Н. Мишина, А. Р. Валиев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2023. – № 2. – С. 60-69.

УДК 615.91:576:616.8

Иванов В.В., Малютина Л.В., Шакурова Н.В., Сальникова М.М., Саитов В.Р.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,

НЕЙРОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КСЕНОБИОТИКОВ

Аннотация. В статье приводятся краткие сведения об особенностях воздействия ксенобиотиков на нервную систему. Описывается феномен нейротоксичности, этиология ее возникновения, экспериментальные данные о степени влияния различных экотоксикантов на нервную ткань ряда животных при смоделированных экспериментах.

Ключевые слова: ксенобиотики, нейротоксикант, кора головного мозга, диоксин, ацетат свинца, ультраструктура, ядро, митохондрии.

В силу глобального развития промышленности и чрезмерного влияния антропогенных факторов на природные сообщества современная оценка воздействия ксенобиотиков на здоровье человека и животных является особо актуальной. В настоящее время среда обитания человека и животных перенасыщена ксенобиотиками различной природы, оказывающими токсическим воздействием на организм (R. Miglani et al., 2022).

Актуальным является изучение нейротоксических эффектов ксенобиотиков. Согласно данным P.S. Spencer с соавторами (2015), нейротоксичность это прямое или непрямое действие химических веществ, нарушающих функционирование нервной системы. По мнению С.А. Куценко (2002) под нейротоксичностью понимается способность химических соединений нарушать функциональность нервной системы немеханическим путем. Ксенобиотики, проявляющие свойства нейротоксикантов, проникают через гематоэнцефалический барьер, накапливаются в мозге, нарушают нормальную работу центральной нервной системы (ЦНС) и приводят к неврологическим расстройствам (W. Abia et al., 2025).

Нейротоксичность характерна для большинства известных химических веществ. По этой причине фактически при любой острой интоксикации в той или иной степени отмечаются нарушения функции нервных клеток. В ходе развивающейся интоксикации может возникать повреждение различных структурных элементов нервной ткани, как и могут нарушаться в ней различные процессы: пластический и энергетический обмен, генерация и проведение нервного импульса, передача синаптического сигнала. Нейротоксичность может быть и результатом действия токсического вещества на нервную систему, опосредованного повреждением других органов и систем (Куценко С.А., 2002).

Видовая принадлежность организма в некоторых случаях является важным фактором, определяющим возникновение нейротоксического ответа на химические воздействия, а также тип и степень ответа. Так, ретроградная аксональная дегенерация (дистальная аксонопатия) при воздействии фосфорорганических соединений проявляется на приматах, кошках и курах намного активнее, чем на грызунах. Также известно, что аналоги глутамата у мышей и крыс вызывают конвульсии. Молекулярные механизмы подобных явлений пока остаются малоизученными (P.S. Spencer et al., 2015).

А.И. Головко с соавторами (2021) обращают внимание на то, что многообразие химических веществ, проявляющих свойства нейротоксикантов, значительно усложняет создание их приемлемых классификаций, особенно в том случае, если ориентироваться на критерий механизма действия. Но при этом патологические процессы как при острых, так и при хронических воздействиях различных нейротоксикантов протекают сходным образом, и включают эксайтотоксичность, оксидативный стресс, нарушения гомеостаза кальция и функции митохондрий, повышение проницаемости гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), нейровоспаление, апоптоз. Упомянутые процессы, по всей вероятности, являются основой нейродегенераций, развивающихся при хронических нейротоксических воздействиях.

Нейротоксичность ксенобиотиков, реализуемая посредством перечисленных выше патологических процессов, может приводить к долгосрочным негативным последствиям для когнитивной сферы и поведенческих функций живого организма (W. Abia et al., 2025).

Представляет большой научный интерес изучение морфологических изменений при воздействии различных ксенобиотиков на нервную систему – с привлечением методов трансмиссионной электронной микроскопии.

Так хроническое отравление диоксином свиней в дозах 1/400, 1/600 и 1/800 от $ЛД_{50}$, Т-2 токсином 2 ПДК, сочетанно диоксином и Т-2 токсином (1/400 $ЛД_{50}$+2 ПДК; 1/800 $ЛД_{50}$+2 ПДК) вызывает в коре головного мозга инвагинацию ядерных оболочек, расширение перинуклеарных пространств, деструкцию митохондрий, наблюдается выраженное снижение количества цитоскелета в отростках нервных клеток (М.М. Сальникова и др., 2015).

Характерная картина возникает при воздействии ацетата свинца на пирамидальный слой коры головного мозга кроликов в дозе 1/10 $ЛД_{50}$. Токсическое воздействие данным веществом характеризуется следующими проявлениями: нарушается структура цитоскелета, коммуникационные связи между нейронами (статистически достоверно снижается на 61,1% в сравнении с контролем). Уменьшается и количество синапсов, но при этом увеличивается длина синаптических щелей в оставшихся синаптических контактах, что свидетельствует об адаптационно-компенсаторных возможностях нейронов (В.Р. Саитов, 2014).

В коре головного мозга крыс, получавших хроническую затравку диоксином в дозе 1/400 $ЛД_{50}$ наблюдается сильное расширение каналов эндоплазматической сети и аппарата Гольджи, набухание митохондрий, с просветлением их матрикса и деструкцией крист, уменьшение количества цитоскелета, демиелинизация аксонов, появляются немиелинизированные участки аксонов. Синапсы становятся редкими, зачастую асимметричными, их число сокращается на 22,2%. Наблюдается большее количество удлинённых синапсов, которые на 33,4% протяженнее, чем в контрольной группе (Сальникова и др., 2021).

Заключение. Ксенобиотики вызывают широкий спектр нейротоксических эффектов, и в интересах сохранения здоровья людей это требует широкого спектра исследований, в том числе морфологической направленности.

Список литературы

1. Головко А.И. Универсальность феномена «нейротоксичность» (обзор литературы) / А.И. Головко, Ю.Ю. Ивницкий, М.Б. Иванов, В.Л. Рейнюк // Токсикологический вестник. – 2021. – Ч. 29. № – 5. – С. 4–16. DOI: https://dx.doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-5-4-16.
2. Куценко, С.А. Основы токсикологии: научно-методическое издание / С.А. Куценко. – СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2002. – 395 с.
3. Сальникова М.М. Исследования ультраструктуры клеток коры головного мозга свиней при воздействии диоксина, Т-2 токсина и применении лекарственных средств / М.М. Сальникова, И.И. Идиятов, В.Р. Саитов // Ветеринарный врач. 2015. – № 5. – С. 3 – 5.
4. Сальникова М.М. Ультраструктура клеток коры головного мозга крыс в норме и при экспериментальном отравлении диоксином / М.М. Сальникова, А.И. Яковлева, В.Р. Саитов, А.И. Голубев // Морфология. – 2021. – № 3. Том 159. – С. 107–115.
5. Саитов, В.Р. Токсикологический и ультраструктурный анализ изменений в организме и клетках животных при хроническом воздействии ксенобиотиков и применении лечебно-профилактических средств: Автореф. дис. … доктор. биолог. наук: 06.02.03, 06.02.01 / Саитов Вадим Расимович – Казань, 2014. – 42 с.
6. Abia W. A scoping review on mycotoxin-induced neurotoxicity/ W.Abia, Y. Foupouapouognigni, H. Nfombouot et al.// Discov Toxicol – 2025. – V.2. – N. 2. P.1–16.
doi: 10.1007/s44339-024-00013-7
7. Miglani R. Degradation of Xenobiotic Pollutants: An Environmentally Sustainable Approach / R. Miglani, N. Parveen, A. Kumar et al. // Metabolites – 2022. – V.12. – N. 9. P. 1–28. doi: 10.3390/metabo12090818.
8. Spencer P.S. Book: Experimental and Clinical Neurotoxicology (Russian translation) Peter S. Spencer, Herbert H. Schaumburg, Albert Ludolph, Nina Zaitseva / Oxford University Press. – 2015. – 239 p.

УДК 619.82:616.36:636.08

Нуруллина Р.Р., Гасанов А.С., Грачева О.А.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПЕРАТИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ЛЕВОСТОРОННЕГО СМЕЩЕНИЯ СЫЧУГА У КОРОВ

Аннотация. В статье приведены данные сравнительного исследования способов лечения высокопродуктивных коров с диагнозом «левостороннее смещение сычуга», выполненного в условиях ООО «Северная Нива Татарстан».

Ключевые слова: левостороннее смещение сычуга, продуктивность, эффективность.

Введение. Левостороннее смещение сычуга (LDA – Left Displaced Abomasum) является одной из наиболее распространенных и экономически значимых заболеваний желудочно-кишечного тракта высокопродуктивных молочных коров в послеродовой период [2,3]. Данное заболевание характеризуется перемещением сычуга в левое подреберье позади книжки и слева от рубца, что

приводит к нарушению моторики желудочно-кишечного тракта, метаболическим расстройствам и значительному снижению продуктивности [1,7].

Основные затраты связаны с уменьшением продуктивности животных, так как среднесуточный надой снижается вдвое. Среди оперативных методов наибольшее распространение имеют подшивание сычуга через прокол в левой голодной ямке и оперативный способ через разрез в области голодной ямки справа [4,6].

Целью данного исследования явилось сравнительное изучение эффективности двух методов лечения левостороннего смещения сычуга в условиях животноводческого комплекса ООО «Северная Нива Татарстан».

Условия, материалы и методы исследования. Данное исследование проводилось в условиях молочного комплекса на 8067 голов (в том числе дойных – 3660 голов), содержание стойловое, беспривязное. Надой молока на одну корову в год составляет 13000 кг, среднесуточный удой – 35 литров.

Были отобраны 10 коров голштинской породы в раннем послеродовом периоде (до 3 недель после отела) с клинически подтвержденным диагнозом «левостороннее смещение сычуга». Диагноз ставился на основании анамнеза, клинического осмотра (снижение аппетита, гипотония преджелудков, наличие «металлического звука» в области последних межреберий слева) [8,10].

Животные были разделены на 2 группы по 5 голов в каждой:

Группа 1 (n=5): Подшивание сычуга методом прокола.

Группа 2 (n=5): Оперативный способ с разрезом правой брюшной стенки.

Оценку эффективности лечения проводили по следующим критериям:

1. Клиническое выздоровление: нормализация аппетита, восстановление моторики рубца, исчезновение болевого синдрома в течение 72 часов после вмешательства.

2. Частота рецидивов в течение 30 дней после лечения.

3. Восстановление молочной продуктивности: уровень суточного удоя на 7-й день после лечения в сравнении с показателем до заболевания.

Результат собственных исследований. Клиническая картинка при смещении сычуга схожа с признаками нарушения работы органов желудочно-кишечного тракта. Общее состояние угнетенное, аппетит значительно снижен или отсутствует, отсутствует жвачка. Наблюдается гипотония рубца и другие симптомы заболеваний преджелудков и сычуга. По проведенному биохимическому анализу крови сделали вывод о влиянии смещения сычуга на метаболические процессы в организме животных (Таблица 1, таблица 2).

Таблица 1 – Результаты биохимического анализа крови больного и здорового животного

Показатель	Смещение сычуга	Здоровая корова	Единицы
ALB (альбумин)	24 ↓	28	g/L
TP (общий белок)	55 ↓	72	g/L
GLOB (глобулин)	49 ↑	33	g/L
A/G (альбумин/глобулин)	0.6	1.0	
ALP (щелочная фосфотаза)	47	84	U/L
ALT (АЛТ)	24	35	U/L
TBIL (общий билирубин)	15 ↑	10	umol/L
PHOS (фосфор)	1.2	1.9	mmol/L
BUN (мочевина)	7.5↑	5.3	mmol/L
CRE (креатинин)	150 ↑	77	umol/L
BUN/CRE (мочевина/креатинин)	20	16	
AMY (амилаза)	40 ↑	31	U/L
CK (креатинкиназа)	137	168	U/L
Ca (кальций)	2.34	2.76	mmol/L
GLU (глюкоза)	4.5	3.7	mmol/L
TC (общий холестерин)	2.4	4.3	mmol/L

По проведенному биохимическому исследованию крови можно сделать вывод о влиянии смещения сычуга на метаболические процессы в организме коровы. Наблюдаются потеря белка, воспалительный процесс, обезвоживание и нарушение работы почек и печени. Данная картина свидетельствует о наличии воспаления в организме. По общему анализу крови наблюдается

лейкоцитоз с нейтрофилией и моноцитозом, что свидетельствует о бактериальном инфицировании [8].

Результаты биохимического исследования крови позволяют оценить характер и глубину патологических изменений в организме коровы при смещении сычуга. Установленные отклонения свидетельствуют о развитии системного патологического процесса. Снижение уровня общего белка и альбумина указывает на потерю белка, которая может происходить как вследствие экссудации в просвет желудочно-кишечного тракта на фоне воспаления и отека стенки сычуга, так и из-за нарушения синтетической функции печени. Повышение активности ферментов (АЛТ, АСТ, щелочной фосфатазы) наряду с изменениями в белковом спектре и увеличением уровня билирубина подтверждает вовлеченность печени в патологический процесс и развитие токсического гепатита или жировой дистрофии. Также повышенные значение мочевины и креатинина отражает нарушение выделительной функции почек, что является следствием интоксикации и развивающегося обезвоживания организма (преренальная азотемия).

Гематологические исследования подтверждают наличие активного воспалительного процесса. Лейкоцитоз, характеризующийся сдвигом лейкоцитарной формулы влево (нейтрофилез), и моноцитоз являются маркерами острого бактериального воспаления.

Таким образом, совокупность биохимических и гематологических сдвигов позволяет характеризовать смещение сычуга как тяжелую системную патологию, сопровождающуюся выраженной интоксикацией, бактериальным воспалением, гепаторенальным синдромом и угрожающим жизни обезвоживанием.

Таблица 2 – Результаты общего анализа крови коровы с диагнозом «смещение сычуга»

	Результат	Единица измерения	Референтный интервал
WBC (лейкоциты)	39.3 ↑	10^9/л	5.0-16.0
LYM% (лимфоциты)	15.9 ↓	%	20.0-60.3
MID% (средние клетки)	12.8 ↑	%	4.0-12.1
GRAN% (гранулоциты)	71.3 ↑	%	30.0-65.0
LYM# (лимфоциты, абс.)	6.3	10^9/л	1.5-9.0
MID# (средние клетки, абс.)	5.0 ↑	10^9/л	0.3-1.6
GRAN# (гранулоциты, абс)	28.0 ↑	10^9/л	2.3-9.1
RBC (эритроциты)	7.03	10^12/л	5.00-10.10
HGB (гемоглобин)	103	г/л	90-139
HCT (гематокрит)	31.9	%	28.0-46.0
MCH (ср. содержание Hb в эритроците)	14.6	пг	13.0-19.0
MCHC (ср. концентрация Hb)	322	г/л	300-370
RDW_CV	19.1 ↑	%	14.0-19.0
RDW_SD	23.4 ↓	фл	35.0-56.0
PLT (тромбоциты)	504	10^9/л	120-820
MPV (ср. объем тромбоцитов)	5.9	фл	3.8-7.0
PDW (ширина распределения тромбоцитов)	8.0	фл	
PCT(тромбокрит)	0.29	%	
P_LCR (коэф. крупных тромбоцитов)	0.9 ↓	%	11.0-45.0
P_LCC (число крупных тромбоцитов)	47	10^9/л	11-135

Проведенные лечебные мероприятия показали различия в своей эффективности между группами (Таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная эффективность методов лечения левостороннего смещения сычуга у коров

Критерий эффективности	Группа 1 (Подшивание через прокол)	Группа 2 (Подшивание через разрез в области голодной ямки справа)
Количество животных	5	5
Клиническое выздоровление, кол-во голов	4	5
Рецидив заболевания, кол-во голов (%)	1	0 (0%)
Восстановление удоя на 7-й день, % от исходного	70%	85%

1. Группа 1 (Подшивание сычуга через прокол). После введения седативного препарата и фиксации коровы в спинном положении произвели повторную аускультацию с перкуссией в области 12-15 см от мечевидного отростка и 5-7 см от белой линии влево. Произведя прокол троакаром резким движением, ввели специальный подшив и зафиксировали в сычуге, вытянули гильзу троакара и немного натянули нить (Рисунок 1). Аналогичные действия повторили, отступив 5 см от первого прокола вниз.

Под фиксирующими нитями подкладывали бинтовой валик, пропитанный спиртовым раствором йода 5%. Операционное поле обрабатывали спиртовым раствором йода 5%, а также аэрозолем «Террамицин» [5].

Рисунок 1 – Произведение прокола троакаром

Данный метод показал 85% эффективность. Однако анализ динамики восстановления выявил некоторые особенности метода. Аппетит и моторика рубца восстанавливались в течение 48 часов у всех животных, скорость нормализации пищеварения и, как следствие, продуктивности была несколько ниже, чем в группе 2. Средний показатель восстановления удоя составил 75% к 7-м суткам. Во-первых, при левостороннем доступе сычуг подшивается в том положении, куда он сместился, то есть в состоянии дилатации и атонии. Во-вторых, создаваемые при подшивании адгезии между сычугом и брюшной стенкой могут создавать некоторое натяжение, что в первые дни может умеренно влиять на моторику. Тем не менее, метод является высокоэффективным и технически менее сложным, чем правосторонняя операция.

2. Группа 2 (Оперативный способ с разрезом в области голодной ямки справа). Животные выдерживались на голодной диете 10-18 часов. Оперативное вмешательство проводилось в животноводческом комплексе в специально оборудованном стерильном боксе. Фиксация в стоячем

положении. Для обезболивания применяли надплевральную блокаду и местную инфильтрационную анестезию 2% новокаином.

Оперативный прием: в области правой голодной ямки параллельно последнему ребру произвели разрез брюшной стенки 20 см. При помощи внутривенной системы (трубка с иглой) прокололи стенку сычуга и полностью вывели газы, опустив конец трубки в воду. Подняв сычуг вверх на правую сторону, прошили пилорическую часть и зафиксировали к брюшной стенке через край разреза (Рисунок 2). Внутрибрюшинно ввели Амоксициллинф. Зашили брюшину, послойно мышцы и кожу, обработав антибактериальным спреем «Террамицин».

После всех проведенных мероприятий животным выпаивали раствор Ревивы в объеме 30 л, а также назначался курс антибиотикотерапии. В течение 3-х дней после операции животные содержались в индивидуальных боксах.

Данный метод продемонстрировал 100% эффективность в устранении смещения и предотвращении рецидивов и показал наилучшие результаты в скорости реабилитации животных. Восстановление удоя до 85% от исходного уровня к 7-му дню является экономическим преимуществом. Данный факт можно объяснить с позиций патофизиологии, на что указывают многие исследователи [1,9]. При правосторонней операции с разрезом брюшной стенки хирург имеет возможность не просто зафиксировать сычуг, а провести его репозицию в физиологическое положение под правой брюшной стенкой. Это способствует быстрому восстановлению тонуса и моторики сычуга. Кроме того, фиксация растянутого большого сальника к брюшной стенке является менее инвазивной для самого сычуга и создает более физиологичные условия для его дальнейшего функционирования. Клинически это проявлялось в более быстром (в течение 12-24 часов) появлении устойчивого аппетита и активной моторики рубца у животных этой группы по сравнению с группой 1.

Рисунок 2 – Фиксация кетгутом сычуга к краю разреза

Для оценки экономической эффективности двух методов лечения произвели расчет экономического ущерба от снижения продуктивности, который составил в 1-й группе 42 840 руб., во 2-й – 35 700 руб. Ущерб, предотвращенный в результате проведенных операций в обеих группах 651 000 рублей. Произведя расчет затрат ветеринарии, определили экономическую эффективность на рубль затрат: в 1-й группе – 12,9 руб., во 2-й группе – 14,7 руб.

Клинические наблюдения также показали, что после правосторонней операции у животных быстрее нормализовалась моторика преджелудков и аппетит, что, вероятно, и обусловило более быстрое восстановление продуктивности.

Выводы. Исследования первой группы (подшивание сычуга методом прокола) показали 80% эффективность, в то время как подшивание через разрез в области голодной ямки справа 100%. Оперативный способ с разрезом справа обладает преимуществом в восстановлении молочной продуктивности животных, риск рецидивов минимален. Экономическая эффективность на рубль вложенных затрат во второй группе выше (14,7 рублей) по сравнению с 1-й группой (12,9 рублей). На основании результатов исследований, метод правосторонней операции можно рекомендовать в качестве метода выбора для лечения левостороннего смещения сычуга у коров, как обеспечивающий наибольшую клиническую и экономическую эффективность.

Список литературы

1. Артемова, В. В. Эффективность лечения левостороннего смещения сычуга у коров / В. В. Артемова // Студенческая наука – взгляд в будущее : материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 15–17 марта 2023 года. Том Часть 2. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 7–10.
2. Баева, Д. Н. Диагностика и лечение левостороннего смещения сычуга у коров / Д. Н. Баева, Е. Н. Соболева // М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплекса. – 2022. – С. 16.
3. Дудин, П. В. Причины и основные методы лечения смещения сычуга у коров голштино-фризской породы / П. В. Дудин, Д. М. Евстафьев, У. В. Луць // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2024. – № 2(62). – С. 50–54.
4. Малинина, А. А. Диагностика и терапия левостороннего смещения сычуга у коров / А. А. Малинина, М. А. Малинина, С. В. Козлов // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук. – 2021. – С. 557–562.
5. Мифтахова, А. И. Лечение левостороннего смещения сычуга у крупного рогатого скота / А. И. Мифтахова, М. А. Сергеев // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук. – 2021. – С. 473–480.
6. Семенова, А. П. Левостороннее смещение сычуга — болезнь высокопродуктивных коров / А. П. Семенова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. – 2023. – С. 344–346.
7. Хусаинова, Г. С. Оперативное лечение коров при смещении сычуга как способ сохранения продуктивности / Г. С. Хусаинова, Т. Ш. Кузнецова, Б. С. Семенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 10(204). – С. 70–74. – DOI 10.53083/1996-4277-2021-204-10-70-74.
8. Шагеева, А. Р. Общая диагностика / А. Р. Шагеева, Д. Р. Амиров. – Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2024. – 135 с. – EDN QFZIYC.
9. Giesteira, A. M. One-step laparoscopy-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy to treat left displaced abomasum in dairy cows, in relation to return of milk yield / A. M. Giesteira, M. S. Lima, T. Nunes // The Veterinary Journal. – 2023. – Vol. 296. – P. 105991.
10. Tschoner, T. Retrospective evaluation of method of treatment, laboratory findings, and concurrent diseases in dairy cattle diagnosed with left displacement of the abomasum during time of hospitalization / T. Tschoner, Y. Zablotski, M. Feist // Animals. – 2022. – Vol. 12, № 13. – P. 1649.

УДК 619:616.

Гертман А.М., Тузов С.В.
Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк

ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО АЦИДОЗА РУБЦА В ХОЗЯЙСТВАХ ЮЖНОГО УРАЛА

Аннотация. Болезни преджелудков жвачных распространены повсеместно и ацидоз рубца является основной патологией этих болезней. Этиология ацидоза полиэтиологична, но основная причина серьезные погрешности в кормлении. В доступной специальной литературе практически нет схем лечения хронической формы данной патологии. Известно, что основными буферными свойствами обладает бикарбонат натрия, который применяют при изучаемой патологии. Однако, нет четких данных по временному применению препарата, потому что не учитывается течение ацидоза. В данной работе использованы окись магния, минерально-кормовая добавка витартил и его сочетание с пробиотиком ветом 1.1. Установлено, что все применяемые добавки к концу лечения обладают определенным терапевтическим эффектом, который наиболее ярко проявляется при сочетанном применении. Учитывая, что окись магния, витартил не обладают буферными свойствами, а являются раскислителями в каждом конкретном хозяйстве с учетом технологии кормления и качества кормов используется тот или иной раскислитель.

Ключевые слова: ацидоз, биогеохимические провинции, витартил, ветом 1.1, раскислители

Скотоводство в Российской Федерации является одной из доминирующих отраслей сельского хозяйства обеспечивающей население экологически чистыми диетическими продуктами питания и в первую очередь молоком и молочными продуктами, которые необходимы людям в любом возрасте. Факторами, сдерживающими развития отрасли является незаразные болезни среди которых одно из ведущих занимает ацидоз рубца [1].

По мнению [2,3,4] ацидоз рубца является начальным звеном в развитии незаразных болезней, таких как кетоз, гепатоз, остеодистрофия, болезни преджелудков.

По данным [5] при исследовании отмеченная патология регистрируется у 25-40% коров от числа исследованных.

По определению [6] ацидоз рубца болезнь, характеризующаяся длительным снижением pH рубца содержащего до 4-6 единиц и ниже, нарушением пищеварения, ацидотическим состоянием организма.

В работах ученых [7] отмечено, что ацидоз развивается под действием значительного количества причин и, если они действуют длительный период времени процесс отягощается и

переходит в хроническую форму. При хронической форме токсины действует на слизистую рубца, поражая его эпителий, что сопровождается развитием хронического руминита и паракератоза

По данным литературы [8] лечение острого ацидоза рубца длится не более 2 -3 суток. Нашими исследованиями установлено, что хроническая форма отмеченной патологии требует значительных сроков лечения.

В ветеринарной практике предложено значительное количество схем и методов лечения острого ацидоза рубца, но нет четких схем в лечении хронического процесса данной патологи.

В связи с этим изыскание способа лечения хронической формы ацидозы рубца является актуальным научным направлением.

Цель исследования - предложить ветеринарной практике способ лечения хронического ацидоза рубца в условиях биогеохимической провинции.

Материал и методы. Настоящие исследования проведены в условиях ООО «Уштаганское» Чебаркульского района Челябинской области. Землепользование хозяйства является биогеохимической провинцией, объекты внешней среды которой содержат высокий уровень солей железа и никеля при выраженном дефиците эссенциальных микроэлементов (цинк, медь, кобальт, марганец).

В период весенней диспансеризации исследованию подверглось 504 головы, 267 (52,9%) из них имели характерные клинические признаки хронического ацидоза рубца. В соответствии с поставленной целью в эксперимент по разработке способа лечения хронического ацидоза рубца было включено 30 голов коров голштино-фризской породы живой массой 550-600 кг на 3 месяце лактации. По принципу аналогов животных разделили на 3 группы: по 10 голов в каждой. Первая группа коров служила контролем в состав их рациона вводили окись магния в дозе 50 г на голову, в течение 15 дней, с интервалом 15 дней. Следует отметить, что данная терапия в хозяйстве проводится не регулярно. Животным первой опытной группы с целью нейтрализации кислых продуктов в рацион была включена минерально-кормовая добавка витартил в дозе 0,1 г/кг в смеси с концентратами 1 раз в сутки на протяжении 15 дней с интервалом 15 дней. Коровам второй опытной группы вводили минерально-кормовую добавку витартил в указанной выше дозе в сочетании с пробиотическим препаратом ветом 1.1 в дозе 50,0 мг/кг в течение 15 дней с интервалом 15 дней. Введение препаратов осуществлялось раздельно, утром – витартил, вечером – ветом 1.1. Экспериментальные исследования по терапевтическому влиянию препаратов осуществлялось в течение 60 суток.

Биохимические исследования крови животных опытных и контрольной группы проводили первые (фон) 30-е и 60-е сутки и сравнивали с контрольной. Кровь исследовали унифицированными принятыми в ветеринарной практике методами И.П. Кондрахин (2004). Цифровые данные обработаны биометрически, с определением достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. При анализе кормового рациона в ходе проводимой диспансерзации было установлено, что в его структуре сочные корма занимают 55,0% (силос, сенаж), 40,0% концентрированные корма (пшеничные отруби, кормосмесь), 5,0% грубые корма (сено, солома). Проведенный зоотехнический анализ кормов свидетельствовал о том, что сочные корма (силос) являются кормом 3 класса, а сенаж- неклассный, по причине высокого содержания масляной кислоты. Пшеничные отруби в своем составе имеют высокое содержание фосфора, что обеспечивает сдвиг концентрации водородных ионов в кислую сторону. Кроме того, все исследуемые образцы кормов содержали высокий уровень солей никеля и железа. Полученные данные дают основание считать, что основными причинами хронического ацидоза коров являлось длительное введение в рацион кислых кормов низкого качества и наличие в них солей никеля и железа. При клиническом исследовании больных хроническим ацидозом коров было выявлено снижение аппетита, выборочное поедание кормов, снижение продуктивности, с низким содержанием жира в молоке, редкие жвачные периоды, гипотония и атония преджелудков, в кале непереваренные частицы корма, нарушена консистенция рубцового содержимого, рождение от таких животных маложизнеспособного молодняка.

При хроническом течении ацидоза рубца имело место поражение печени, что сопровождалось желтушностью слизистых оболочек, болезненностью органа и увеличением ее топографических границ. Следует указать, что при хроническом ацидозе рубца имеет место преждевременная выбраковка и даже гибель. При вскрытии вынужденно убитых коров, имело место гипертрофия и уплотнение сосочков рубца (гиперкератоз, и паракератоз). Влияние различных схем лечения хронического ацидоза рубца представлено в таблице 1.

Таблица - 1 Показатели содержимого рубца подопытных коров в динамике проведенного лечения (M±m; n=10)

Показатель	Группа	Средние нормативные данные	Сутки лечения (60 суток)		
			1 (фон)	30	60
pH	Контроль Первая опытная	6,85	5,38±0,11 5,41±0,09	5,45±0,09 6,17±0,04*	5,49±0,04 6,71±0,07**

	Вторая опытная		5,44±0,17	6,08±0,06**	6,89 ±0,04**
Количество инфузорий 10^9/л	Контроль Первая опытная Вторая опытная	850,0	198,7±0,13 190,9±0,13 191,1±0,09	250,3±0,06 475,7±0,04*** 686,3±0,05***	301,7±0,09 593,4±0,04*** 789,3±0,07***
Общее количество ЛЖК ммоль/л	Контроль Первая опытная Вторая опытная	120,0	85,7±0,08 84,9±0,16 85,1±0,19	106,4±0,06 119,1±0,09* 120,4±0,03*	117,0±0,05 120,7±0,06 123,3±0,03

Примечание: Достоверность *p<0,05; **p<0,01; *** p<0,0001

Данные таблицы 1 показывают, что хронический ацидоз рубца сопровождается стойким снижением показателей, характеризующих процессы пищеварения в рубце. Так активация реакции среды (pH) до проведенной терапии во всех группах была снижена на - 21,5%; количество инфузорий на - 76,7%; количество ЛЖК на - 28,6% относительно нормативных величин. Причем содержимое рубца имело кислый резкий запах, инфузории мелких размеров, подвижность которых была снижена.

На 30-е сутки лечения в первой опытной группе активная реакция среды была на 14,5 (p<0,05), а во второй на 22,5 % (p<0,01) соответственно была выше в сравнении с животными контрольной группы.

На фоне нормализации активной реакции среды в опытных группах более интенсивно размножалась микрофлора, в первой группе ее количество было на 90,0 %(p<0,001), а во второй группе в 2,7 раза (p<0,001) соответственно в сравнении с контролем. Повышение количества простейших способствовало более интенсивному образованию ЛЖК (летучих жирных кислот). На 30-е сутки лечения в первой опытной группе содержание общего количества ЛЖК было на 11,9 (p<0,05) во второй на 13,1% (p<0,05) выше в сравнении с контрольной группой животных.

К концу эксперимента активная реакция среды рубца в первой опытной группе была на - 22,2 (p<0,01), а во второй, на - 25,5 % (p<0,01) соответственно, выше контрольных величин. В этот период увеличилось количество инфузорий в первой опытной группе на 99,6% (p<0,001) во второй в 2,6 раза (p<0,001). Также имело место увеличение общего количества ЛЖК. Их уровень в первой опытной группе был на 3,1, а во второй на 5,3% выше контрольных величин. Таким образом, полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что во второй опытной группе более оперативно нормализовались процессы рубцового пищеварения.

Следует отметить, что применение витартила отдельно и в сочетании с ветомом 1.1 способствовало снижению солей железа и никеля во все периоды экспериментальных исследований. Применяемые препараты при хроническом ацидозе рубца физиологически обосновано. Окись магния не обладает буферными свойствами – она обладает щелочными свойствами и является раскислителем. Введение окиси магния в рацион животных ввиду низкой растворимости задерживается в рубце и участвует в процессах нейтрализации кислот по мере повышения их концентрации.

Минеральный кормовая добавка витартил имеет в своем составе оксид кремния, оксид алюминия, оксид магния и других макро-микроэлементов. За счёт этих элементов участвует в процессах нейтрализации избытка кислых продуктов, образующихся в рубце.

Ветом 1.1 генетически модифицированный штамм Bacillus subtilus ВКПМ-1064, выделяет в кишечнике животных интерферон альфа-2 человеческих антибиотикоподобные субстанции, ферменты и др., под действием которых нормализуются: биоценоз кишечника, кислотность среды, пищеварения, всасывание и метаболизм железа, кальция, жиров, белков, углеводов, триглицеридов, аминокислот, дипептидов, сахаров, солей желчных кислот.

Заключение. Обобщая полученный материал необходимо отметить, что во всех экспериментальных группах имеет место нормализация процессов рубцового пищеварения относительно фоновых показателей. Однако сочетанное витартила и пробиотика ветом 1.1 имело наиболее выраженный терапевтический эффект. Предупредить развитие хронического ацидоза рубца при круглогодовом содержании животных можно путем регулярных исследований содержимого рубца не только на изменение его активности (pH), но и друге показатели, характеризующие изменения работы органа. Выбор раскислителей в каждом конкретном хозяйстве зависит от состава рациона, набора кормов в нём и существующего микроклимата в котором содержатся животные.

Список литературы

1. Калюжный И.И. Ацидоз рубца (этиология, патогенез, классификация) / И.И. Калюжный //Главный зоотехник. 2006. №11.С. 55-58.
2. Гнездилова, Л.А. Введение в схему лечения гипотони рубца коров комплексного препарааиа Кайомецин -S / Л.А. Гнездилова, В.В. Дронов// Актуальные вопросы селтскохозяйственной биологи. – 2022. -3 2 (2024). – С.21-26.
3. Павлов, М.Е. Болезни внутренних органов и их взаимосвязь с нарушениями обмена веществ у коров / М.Е. Павлов, Я.Т. Хмельков, В.В. Дронов // Проблемы сельскохрзяйственного производства на современном этапе и пути их решения : V Международная науч.-прозв.конф., материалы (Белгород, 23-25 мая 2001 г._._ Белгород : БелГСХА, 2011.- С. 53.

4. Курдеко, А. П. Ацидоз рубца коровы: типовой клинический протокол диагностики и лечения / А. П. Курдеко, А. А. Мацинович, Н. А. Кузнецов // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 10. – С. 16–18.
5. Алехин Ю.Н. Терапевтическая эффективность буферных препаратов при подостром ацидозе рубца [Текст] / Ю.Н. Алехин // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ. - Воронеж, 2010. - С 34-36.
6. Смоленцев С. Ю. Лечение коров с атонией рубца // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. №1.
7. Крюков В. С., Зиновьев С. В. Профилактика ацидоза рубца у лактирующих коров с применением кормовых буферных добавок // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. №1.
8. Немченко, Н. А. Диагностика и лечение ацидоза рубца у коров в условиях ООО "экониваагро" / Н. А. Немченко, Т. А. Канищева, В. Т. Лопатин // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 22–26 марта 2021 года. Том Часть V. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021.

УДК 615.9: 579.62

Валиуллин Л.Р.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань
Равилов Р.Х., Мухаммадиев Р.С.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань
Калиниченко В.П., Барышев М.Г.
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Вяземы

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ЗАЩИТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ОТ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Аннотация. Изменения физического состояния кормов, вызванные внешней средой, стимулируют активный рост микроскопических грибов и бактерий. Эти микроорганизмы разлагают основные питательные компоненты сырья (белки, липиды, углеводы и клетчатку), накапливая при этом высокотоксичные соединения. Целью исследования являлась оценка подавляющего потенциала наиболее активных изолятов в отношении бактерий-контаминантов продовольственного сырья. Отобранные изоляты, обладали антагонистической активностью в отношении фитопатогенных микроорганизмов. В результате проведенных исследований было видно, что многие выделенные изоляты проявили высокую способность сдерживать рост и развитие бактерий *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, а так же к ряду фитопатогенных микроскопических грибов родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillum*, загрязняющие продовольственное сырье растительного происхождения. Выделенные изоляты препятствовали развитию патогенных микроорганизмов.

Ключевые слова: патогены, изолят, условно-патогенная микрофлора, микроскопические грибы

Согласно литературным данным [1, 2, 3], изменения физического состояния кормов под воздействием внешней среды провоцируют активный рост микроскопических грибов и бактерий. В процессе жизнедеятельности эти микроорганизмы разлагают основные питательные компоненты сырья (белки, липиды, углеводы и клетчатку), накапливая при этом высокотоксичные соединения. Наиболее распространенными контаминантами растительного сырья являются грибы родов *Fusarium, Penicillium, Aspergillus* и др., а также различные бактерии [4, 5]. Заражение кормов патогенами, такими как *St. aureus, Clostridium* или *Escherichia coli,* представляет прямую угрозу здоровью сельскохозяйственных животных, вызывая инфекционные заболевания.

В связи с этим актуальна разработка и применение методов защиты сырья, включающих физическую обработку (температурное воздействие, СВЧ-облучение), химические средства (фунгициды) и биологические препараты [6-9].

Целью исследования являлась оценка подавляющего потенциала наиболее активных изолятов в отношении бактерий-контаминантов продовольственного сырья.

В качестве тест-объектов использовали изоляты бактерий и микроскопических грибов выделенных из растительного субстрата (*Clostridium perfringens*, *Escherichia coli, Enterococcus faecalis,* ***Pseudomonas aeruginosa,*** *Staphylococcus aureus, Fusarium sporotrichioides*, *Aspergillus flavus*, *Penicillum expansum*).

Для оценки антагонистической активности изолятов был применен метод агаровых блоков, который позволяет детально анализировать ингибирующее воздействие микроорганизмов на патогенные культуры.

На поверхность мясо-пептонного агара (МПА), MRS-среды или ГМС-агара в чашке Петри наносили исследуемый изолят и инкубировали при температуре 37°С до формирования сплошного покрытия. Затем, используя стерильное сверло, вырезали агаровые блоки, которые размещали на поверхности среды МПА или Чапека в другой чашке Петри, предварительно засеянной тест-культурой патогена. Тест-культуру равномерно распределяли шпателем по поверхности агара, а агаровые блоки размещали на одинаковом расстоянии друг от друга и от краев чашки, обеспечивая плотный контакт с агаризованной средой. В качестве контроля проводили культивирование патогена без добавления изолята.

Чашки инкубировали при температуре 37°С или 26°С. Затем приступали к анализу результатов, определяющим фактором при этом являлся диаметр зоны ингибирования роста, образовавшейся вокруг тест-объекта.

Анализ полученных материалов в результате исследовательской работы проводили статистическую обработку с применением программы Microsoft Excel.

Результаты исследования антагонистических свойств изолятов в отношении некоторых бактерий, контаминирующих корма, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Антагонистическая активность изолятов в отношении патогенных штаммов

Изолят	Патогенный штамм				
	Clostridium perfringens	*Escherichia coli*	*Enterococcus faecalis*	***Pseudomonas aeruginosa***	*Staphylococcus aureus*
1	1,23±0,09	1,34±0,09	1,01±0,08	1,32±0,09	1,26±0,09
4	1,41±0,10	1,51±0,10	1,13±0,09	1,29±0,11	1,39±0,13
5	1,31±0,08	1,43±0,09	1,36±0,10	1,51±0,13	1,36±0,12
10	1,23±0,10	1,35±0,10	1,25±0,13	1,37±0,10	1,30±0,11
16	1,24±0,12	1,21±0,10	1,03±0,06	1,00±0,11	1,10±0,10
20	1,13±0,08	1,04±0,06	1,15±0,09	1,21±0,14	1,26±0,10

Из приведенных данных таблицы видно, что у всех испытанных изолятов была выявлена антагонистическая активность в отношении тестовых культур патогенов, что выражалось в образовании зон задержки их роста.

Максимальные показатели антагонизма отмечены у изолятов 4 и 5 (1,41–1,51). Изучение бактериостатического эффекта с использованием инактивированных культур показало, что изолят 5 способен полностью ингибировать рост патогенных штаммов.

Для остальных изолятов степень ингибирования определяли методом подсчета колоний.

Результаты анализа антагонистической активности исследуемых изолятов в отношении микроскопических грибов показаны в таблице 2.

При оценке антагонизма в отношении микромицетов (метод блоков) наибольшую зону подавления роста также продемонстрировал изолят 4.

Изоляты 5, 10 и 16 характеризовались средним уровнем активности (1,10–1,31).

Минимальная эффективность зафиксирована у изолятов 1 и 20.

Таблица 2 – Антагонистическая активность изолятов в отношении микроскопических грибов

Изолят	Патогенный штамм		
	Fusarium sporotrichioides	Aspergillus flavus	Penicillum expansum
1	0,81±0,04	0,95±0,03	1,00±0,02
4	1,67±0,08	1,73±0,04	1,90±0,05
5	1,28±0,03	1,29±0,09	1,31±0,07
10	1,19±0,06	1,10±0,04	1,15±0,04
16	1,11±0,02	1,17±0,06	1,28±0,04
20	0,89±0,02	0,74±0,04	1,00±0,02

По результатам двух этапов скрининга (ферментативная и антагонистическая активность) штаммы 4, 5 и 10 признаны наиболее перспективными для дальнейшего изучения в качестве агентов биоконтроля контаминации растительных кормов.

Проведенные исследования продемонстрировали высокую антимикробную активность отобранных изолятов против широкого спектра фитопатогенных микроорганизмов. В частности, было установлено, что многие изоляты обладают выраженной ингибирующей способностью в отношении

грамположительных бактерий *Clostridium perfringens* и *Escherichia coli*, а также грамотрицательной бактерии *Pseudomonas aeruginosa*.

Кроме того, изоляты эффективно подавляли развитие микроскопических грибов, включая роды *Fusarium*, *Aspergillus* и *Penicillium,* которые часто загрязняют растительное сырье. Эти результаты свидетельствуют о том, что отобранные изоляты обладают значительным потенциалом в качестве природных биоконсервантов, препятствующих размножению патогенных микроорганизмов и способствующих сохранению качества сельскохозяйственной продукции.

Благодарность. Авторы выражают благодарность В.Ю. Рудь (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) и С.Н. Михалевой, Ю.В. Зуевой, Б. Картабаевой (сотрудникам ФГБНУ ВНИИФ) за помощь в аналитических экспериментах.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья / Р. М. Потехина, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова, К. Х. Папуниди // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2019. – Т. 5, № 2(18). – С. 197-203. – DOI 10.30914/2411-9687-2019-5-2-197-203.
2. Оценка общей токсичности кормов республики Татарстан / З. Х. Сагдеева, О. К. Ермолаева, А. Р. Валиев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2020. – № 5. – С. 59-65. – DOI 10.33632/1998-698X.2020-5-59-65.
3. Диагностика и ветеринарная помощь при отравлениях животных : (Общие принципы) / А. М. Тремасова, И. И. Идиятов, Э. И. Семенов [и др.]. – Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2022. – 236 с.
4. Муковоз П.П., Глинушкин А.П., Степанова Е.В. и др. Моделирование процессов разрушения клеточных покровов плесневых грибов азагетероциклическими структурами // Агрохимия. – 2025. – № 12. – С. 18-26.
5. Муковоз П.П., Пешков С.А., Левенец Т.В. и др. Инновационные способы подавления микозов растений: подходы, решения, перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. № 12. – С. 19-27.
6. Иванов, А. А. Получение и применение биоудобрения на основе птичьего помета / А. А. Иванов, Л. Е. Матросова, М. Я. Тремасов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 28-30.
7. Алеев Д.В., Мингалеев Д.Н., Мишина Н.Н. и др. Терапевтическая эффективность антитоксических веществ при интоксикации белых крыс ивермектином // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 10–14.
8. Mirzakimov U.Zh., Farhadian A., Semenov M.E. et al. Enhanced methane storage capacity in clathrate hydrate induced by novel biosurfactants: Kinetics, stability, in vivo, and biodegradation investigations // Journal of Energy Storage. – 2023. – Vol. 73. – P. 108802.
9. Самсонов А.И., Семенов Э.И., Нестерова И.А. и др. Влияние микотоксинов Т-2 токсина и дезоксиниваленола на продукцию провоспалительного цитокина IL-6 в модели культур клеток печени / // Проблемы медицинской микологии. – 2025. – Т. 27. – № 2. – С. 245.

УДК 619:613.288:637.3

Гирфанов А.И., Бозова Г.Б., Майорова А.А.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА И СЫРОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Аннотация. Представлены материалы исследований оценка качества сливочного масла и сыров в Республике Татарстан. Лабораторные исследования молочной продукции (органолептическая оценка, физико-химический анализ образцов) осуществляли в соответствии с действующими ГОСТами. Исследовано 35 наименований товаров (свыше 200 образцов) из розничной торговли. Установили, что 12,2 % образцов сыров содержали растительные жиры (выявлены фитостерины), не соответствовали стандартам по жирности; 11,6 % образцов сливочного масла содержали пальмовое масло и имели повышенное содержание влаги сверх допустимых 16-25% в зависимости от типа масла. Совокупная доля некачественной и фальсифицированной продукции составила 13,3 %. Выявлены причины и приведен анализ факторов, способствующих фальсификации молочной продукции. Изложены предложения по совершенствованию ветеринарно-санитарного контроля качества сливочного масла и сыров.

Ключевые слова: молочная продукция, сыры, сливочное масло, качество, фальсификация.

Молочная промышленность играет стратегическую роль в системе продовольственной безопасности Российской Федерации и Республики Татарстан, в частности. Татарстан демонстрирует лидирующие показатели в национальном молочном производстве, производя 2,37 млн. тонн молока в 2025 году, рост по сравнению с уровнем 2024 года составил 3,6 %. Однако, наряду с этим имеет место проблема несоответствия выпускаемой молочной продукции установленным стандартам качества. Наиболее фальсифицируемыми молочными продуктами на российском рынке являются сливочное масло и твердые сыры [4,10]. Актуальность проблемы усугубляется тем, что фальсификация молочных продуктов посредством замены молочного жира растительными альтернативами не только нарушает требования нормативно-технической документации, но и представляет потенциальный риск для здоровья потребителей [5, 7, 8].

Ветеринарно-санитарная экспертиза молока и молочных продуктов в Российской Федерации проводится в соответствии с комплексом нормативных документов. С 1 марта 2022 года вступили в силу Ветеринарные правила назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы молока и молочных продуктов, предназначенных для переработки или для реализации на розничных рынках, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [9]. Согласно этим правилам, ветеринарно-санитарной экспертизе подлежат: сырое молоко, включая обезжиренное молоко и сырые сливки, предназначенные для переработки; молоко и молочные продукты непромышленного изготовления, реализуемые на розничных рынках; молочные продукты, не прошедшие промышленную переработку, с целью установления их соответствия требованиям безопасности техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) и техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

ТР ТС 033/2013 устанавливает обязательные микробиологические показатели для молочной продукции:

- для сливочного масла - мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы: не более 10^4 КОЕ/г; патогенные микроорганизмы, включая *Listeria monocytogenes*: не допускаются; *Staphylococcus aureus:* не допускается (в 0,1 г); *Coliforms*: не допускаются в 0,1 г.

- для твердых сыров - мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы: не более 5 10^5 КОЕ/см³; *Listeria monocytogenes:* не допускается; *Staphylococcus aureus*: не допускается (при концентрации выше 10^4 КОЕ/г); энтеробактерии: не более 10^3 КОЕ/см³.

Одним из наиболее эффективных подходов к выявлению фальсификации молочного жира растительными маслами является анализ жирно-кислотного профиля (ЖКП) образца посредством газовой хроматографии [3]. Флуоресцентная спектроскопия способна обнаружить до 5% фальсификации сливочного масла растительными маслами на основе анализа содержания насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, а также основных флюорофоров (триптофана, токоферолов и рибофлавина) [12].

Молочный жир содержит характерный набор низкомолекулярных жирных кислот, в частности масляную кислоту и капроновую кислоту, которые отсутствуют в растительных маслах. Содержание масляной кислоты в коровьем молочном жире составляет 3-4%, что является специфическим маркером его подлинности. Растительные масла (пальмовое, соевое, рапсовое) содержат высокие уровни олеиновой кислоты и линолевой кислоты, которые в молочном жире содержатся в ограниченных количествах [1].

Установлено, что газовая хроматография позволяет обнаружить подлинность молочного жира при смешивании с растительными или животными жирами на основе определения: общего содержания насыщенных и ненасыщенных жирных кислот; двух основных маркер-жирных кислот (олеиновой и линолевой); триглицеридного состава; содержания холестерина [6,11].

Еще одним критическим параметром при ветеринарно - санитарной оценке молочных продуктов является стеролевый профиль. Молочный жир содержит преимущественно холестерин (содержание около 130-150 мг/100 г жира) с минимальным содержанием фитостеринов (менее 2,5%). Растительные масла характеризуются высоким содержанием фитостеринов - бета-ситостерола, кампестерола и брассикастерола [2]. Комплексная идентификация жировой фазы проводится по трем основным критериям:

- определение жирно-кислотного состава (содержание масляной и капроновой кислот, миноритетные компоненты);

- определение состава стеринов (холестерин должен преобладать, фитостерины не более 2,5%;

- определение триглицеридного состава для дифференциации молочного жира от аналогичных объектов.

Комплексная идентификация жировой фазы проводится по трем основным критериям: определение жирно-кислотного состава (содержание масляной и капроновой кислот, миноритетные компоненты); определение состава стеринов (холестерин должен преобладать, фитостерины не более 2,5%); определение триглицеридного состава для дифференциации молочного жира от аналогичных объектов.

Ветеринарно-санитарная оценка качества продукции. Исследовано 35 наименований товаров (свыше 200 образцов) из розничной торговли. Исследование включало органолептическую оценку, физико-химический анализ образцов.

Результаты выявили критические проблемы: сыры – 12,2 % образцов содержали растительные жиры (выявлены фитостерины), не соответствовали стандартам по жирности согласно ГОСТ Р 71817-2024; сливочное масло – 11,6 % содержали пальмовое масло и имели повышенное содержание влаги сверх допустимых 16-25% в зависимости от типа масла. Совокупная доля некачественной и фальсифицированной продукции составила 13,3 % - показатель, свидетельствующий о имеющих место нарушениях в сфере производства и реализации молочной продукции.

Одним из наиболее эффективных подходов к выявлению фальсификации молочного жира растительными маслами является анализ жирно-кислотного профиля образца посредством газовой хроматографии.

Исследование микробиологического качества сливочного масла показало, что количество аэробных мезофильных бактерий (АМС) в образцах варьирует от 5.3 до 6.48 log КОЕ/г. В отдельных пробах масла содержание *Escherichia coli* достигало 3.46 log КОЕ/г, а *Staphylococcus aureus* - 5.46 log КОЕ/г.

Для сыров, производимых из сырого молока, микробиологический профиль существенно отличается от масла. Исследования показывают, что молочнокислые бактерии (*Lactococcus spp*., *Lactobacillus spp*., *Streptococcus thermophilus*) составляют основную часть микробиоты сыра и играют ключевую роль в процессах ферментации и созревания.

Ведущие производители масла и сыров в Татарстане по объемам переработки молока являются демонстрируют разный уровень соответствия стандартам. Группа компаний «Вамин» с суточной переработкой 750 тонн молока и третьим местом в России по производству сыра заняла первое место по экспорту молочной продукции из Татарстана с товарооборотом, выросшим на 23% в первом полугодии 2025 года. ООО «Азбука сыра» (Мамадышский завод) получила первое место в ходе потребительской дегустации сыра «Российский» согласно результатам, опубликованным в апреле 2025 года. Завод применяет систему менеджмента качества ХАССП и стремится соответствовать международным стандартам.

Ветеринарно-санитарные требования к жирно-кислотному составу молока._С 1 января 2025 года в действие вступил новый ГОСТ Р 52054 - 2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия», который впервые установил обязательные нормы жирно- кислотного состава молока. Это нововведение позволяет проводить объективную ветеринарно-санитарную оценку молока на предмет выявления фальсификации растительными жирами уже на этапе сырья. Согласно новому стандарту, молоко должно содержать: масляную кислоту): 3,0-4,5% от общего содержания жирных кислот; каприновую кислоту: 1,8-3,0%; олеиновую кислоту: не более 26%; фитостерины: не должны обнаруживаться. Нарушение этих параметров свидетельствует о попадании в молочное сырье животных жиров не молочного происхождения или растительных масел. К факторам, способствующим фальсификации молочной продукции, можно отнести:

- экономические предпосылки и затоваривание рынка (на момент проведения исследований в 2025 году молочный рынок Татарстана находился в состоянии дисбаланса - на складах переработчиков накопилось 500 тыс. тонн молочной продукции в молочном эквиваленте, а закупочная цена молока упала до 42 рублей за литр при себестоимости готовой продукции, практически сравнявшейся с отпускными ценами);
- роль ослабления контроля (до 2025 года действовал мораторий на проверки бизнеса, начало которому было положено в 2020 году, что позволило производителям осуществлять фальсификацию продукции без значительного риска административного или уголовного преследования);
- недостаточная методическая база контроля. Методология определения жирно-кислотного состава молока согласно ГОСТ 32915-2014 требует наличия специализированного оборудования - газовых хроматографов высокого разрешения).

В целях совершенствования ветеринарно-санитарного контроля качества сливочного масла и сыров необходимо:

- расширение аккредитованной методической базы (оснащение ветеринарных лабораторий методиками определения: Жирно-кислотного состава (ГОСТ 32915-2014); Жирно-кислотного профиля (ГОСТ 31979-2012); Состава стеринов; Триглицеридного состава; внедрение современных методов, включая газовую хроматографию с пламенно-ионизационным детектором (ГХ-ПИД) и, при наличии возможности, комбинированные методы с использованием масс-спектрометрии (ГХ-МС);
- применение системы маркировки (использование производителями и поставщиками молочной продукции системы маркировки «Честный ЗНАК» с QR-кодом, что позволит отследить подлинность продукции и источник ее происхождения);
- ужесточение санкций (введение ответственности за производство и реализацию фальсифицированных молочных продуктов – вплоть до уголовной);

- поддержка добросовестных производителей: программы государственной поддержки и субсидирования должны быть направлены на расширение производства у предприятий, полностью соответствующих новым стандартам ГОСТ Р 71817-2024 и ГОСТ Р 52054-2023).

Таким образом, в результате проведенных исследований, можно сделать заключение, что состояние рынка сливочного масла и сыров в Республике Татарстан находится в состоянии, характеризуемом имеющим место фальсификации молочных продуктов: 13,3 % молочной продукции на прилавках магазинов, не соответствует установленным требованиям ветеринарно-санитарной экспертизы.

Фальсификация молочного жира растительными маслами достигает 11,6 % среди образцов сливочного масла, что не только искажает пищевую ценность продукции, но и представляет потенциальный риск для аллергиков и лиц с пищевой непереносимостью.

Внедрение новых стандартов ГОСТ Р 71817-2024 и ГОСТ Р 52054-2023, обязательное применение методов определения жирно-кислотного состава, расширение аккредитованной методической базы регионального ветеринарно-санитарного контроля, а также ужесточение ответственности производителей - критически необходимы для существенного улучшения ситуации и защиты здоровья потребителей.

Список литературы

1. Ганиева, Е.С. Сравнительный анализ биологической и пищевой ценности молока разных сельскохозяйственных животных / Е.С. Ганиева, С.Г. Канарейкина, Ф.А. Хабирова, В.И. Канарейкин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(57). – С. 49-55. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-57-1-49-55.
2. Ежкова А.М. Качественные и количественные показатели молока по содержанию стеринов при его фальсификации растительными жирами / А. М. Ежкова, Д. И. Самигуллин, Р. А. Волков, В. О. Ежков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 241, № 1. – С. 76-79. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-241-1-76-80
3. Жижин Н.А. Применение метода «быстрой» газовой хроматографии для регулярного анализа жирных кислот в молоке и молочных продуктах / Н.А. Жижин //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – №. 1 (83). – С. 164-168.
4. Жилинкова, К.Б. Проблемы фальсификации молочной продукции и их влияние на рынок молока и состояние молочной отрасли / К.Б. Жилинкова // Экономика. Информатика. – 2021. – Т. 48, № 4. – С. 697-706. – DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-4-697-706.
5. Комин, А.Э. О распространенных способах фальсификации молочных продуктов / А.Э. Комин, И.Н. Ким, И.И. Бородин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 2. – С. 18-25. – DOI 10.24412/2311-6447-2021-2-18-25.
6. Королева, Л.С. Сенсорные характеристики и жирнокислотный состав сливочного масла и топленых продуктов на его основе / Л.С. Королева, К.Е. Буркин, Г.Г. Галяутдинова, В.И. Макаева. Г.Р. Файзрахманова, Г.И. Исхакова, Г.И. Рахматуллина // Ветеринарный врач. – 2025. - № 6 .- С. 58-63.
7. Лысенко, А.В. Опасность употребления фальсифицированных молочных продуктов и активное долголетие / А.В. Лысенко, Д.С. Лысенко, Д.П. Чернова //Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – №. 1. – С. 35-40.
8. Микаилова, О.М. История и современное состояние фальсификации пищевых продуктов в России / Микаилова О.М., Гавриленко О.Л., Тарасова Ф.В. // Гигиена и санитария. – 2024. – Т. 103. – №. 11. – С. 1452-1458.
9. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 24 мая 2022 г. N 305 "О внесении изменений в ветеринарные правила назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы молока и молочных продуктов, предназначенных для переработки или для реализации на розничных рынках, утвержденные приказом Минсельхоза России от 28 июня 2021 Г. N 421" // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2022. – № 2. – С. 24.
10. Сергеев, А.А. Выявление фальсификации молока на рынке / А.А. Сергеев, Ю.О. Коротких, А.В. Лихоманова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 5(131). – DOI 10.23670/IRJ.2023.131.72.
11. Сериков, М. Оценка натуральности сливочного масла методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором на основе анализа жирнокислотного состава / М. Сериков, М. Нургалиева, А. Серикбаева [et al.] // Ізденістер, Нәтижелер. – 2025. – No. 1 (105). – P. 410-419. – DOI 10.37884/1-2025/44.
12. Ntakatsane, M.P. Rapid detection of milk fat adulteration with vegetable oil by fluorescence spectroscopy / M.P. Ntakatsane, S.Liu, P.Curran, V.Gibon // Journal of Dairy Science. – 2013. – Vol. 96, № 4. – P. 2130–2136. – DOI: 10.3168/jds.2012-5711. – PubMed PMID: 23415535.

УДК 615.917: 615.099.08

Егоров В.И., Алеев Д.В., Галяутдинова Г.Г., Василевский Н.М., Семенов Э.И.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ПЕСТИЦИДОМ ИМИДАКЛОПРИДОМ

Аннотация. Проведены эксперименты на белых крысах по изучению эффективности энтеросорбентов при отравлении пестицидом имидаклопридом. В исследованиях использовали 6 групп животных по 6 голов в каждой. Первая группа являлась биологическим контролем, вторая получала вместе с кормом имидаклоприд в дозе 1/5 $ЛД_{50}$. Животные остальных групп получали вместе с кормом имидаклоприд и сорбенты в различных соотношениях. В ходе экспериментов контролировали клинический статус животных, а также динамику массы тела. По завершению экспериментов у крыс проводилось взятие крови и вскрытие для изучения макроскопической картины. В результате проведенных экспериментов наилучшие показатели наблюдались при сочетанном использовании шунгита и цеолита в соотношении 25:75. У белых крыс отмечалась положительная динамика живой массы тела и нормализация гематологических и патоморфологических показателей.

Ключевые слова: белые крысы, пестициды, неоникотиноиды, имидаклоприд, энтеросорбенты, шунгит, цеолит

Пестициды – это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты). Стабильность пестицидов способствует длительной миграции их остаточных количеств в объектах окружающей среды, в том числе по пищевой цепи «почва – растение – животное – человек», и несомненно, длительное поступление их микроколичеств не остается бесследным для организма животных и человека [1, 2].

Предотвращение загрязнения, миграция экотоксикантов и вопросы, связанные с реабилитацией экосистемы остаются ключевыми аспектами экологии и токсикологии. Важным направлением в совершенствовании технологий ветеринарно-профилактических мероприятий является внедрение в производство новых средств и методов профилактики и лечения токсикозов животных, в том числе с применением средств, обладающих биоактивными свойствами, способными оказывать регулирующее влияние на интенсивность обменных процессов, усиливать функциональную активность органов и систем организма, повышать уровень естественной резистентности животных [3, 4].

В связи с увеличением ассортимента и масштабов применения пестицидов в сельскохозяйственной практике, а также загрязнением окружающей среды промышленными и бытовыми отходами, актуальность проблемы безопасности с каждым годом возрастает [5].

Одним из достижений химии пестицидов являются неоникотиноиды – перспективная группа инсектицидов, имеющих сельскохозяйственное значение. В токсикологическом отношении они являются нервно-паралитическими ядами и по классификации ВОЗ относятся к веществам II и III класса опасности. По механизму токсического действия неоникотиноиды относятся к селективным агонистам никотиновых рецепторов постсинаптических мембран нейронов [6, 7].

В последние годы накоплен большой опыт по применению природных минералов – шунгитов и цеолитов в сельском хозяйстве. Цеолит применяют в качестве минеральной кормовой добавки для укрепления иммунной системы, нормализации обмена веществ, профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Благодаря сорбционным и ионообменным свойствам, высокому содержанию микро и макроэлементов он является замечательной минеральной добавкой в корм животных и птиц [8]. Шунгит – уникальный природный минерал, углеродосодержащая порода, издавна известная своими целебными свойствами. Шунгит, состоящий на 30% из шунгитового углерода и 68% силикатов представляет собой наноструктурированный природный композит. Наноструктура такой породы определяет ее специфические свойства: сорбционные, каталитические, антиоксидантные и способность к саморегенерации. Шунгит, как сорбент, обладает рядом положительных характеристик: высокой механической прочностью, малой истираемостью, высокой фильтрующей способностью, а так же возможностью к сорбции как органических, так и минеральных веществ. Потенциал шунгита очень широк, но в тоже время нет точных данных о фармако-токсикологических параметрах этого минерала [9, 10].

В связи с этим целью нашей работы было изучение эффективности шунгита и цеолита при отравлении пестицидом имидаклопридом.

Опыты проводились на 36 белых крысах живой массой 180-200 г, разделенных на 6 групп, по 6 голов в каждой. Первая группа – биологический контроль, получала обычный рацион; вторая группа получала вместе с кормом имидаклоприд в дозе 1/5 $ЛД_{50}$ – 32,3 мг/кг. Животные остальных групп получали вместе с кормом имидаклоприд и сорбенты. Третья группа – шунгит (0,5% от массы сухого вещества корма), четвертая – цеолит (0,5% от массы сухого вещества корма), пятая – шунгит с цеолитом (0,5% от массы сухого вещества корма в соотношении 50:50), шестая – шунгит с цеолитом (0,5% от массы сухого вещества корма в соотношении 25:75). Продолжительность эксперимента составила 30 суток. Содержание животных осуществлялось в условиях вивария, где обеспечивался полный доступ к питьевой воде и сбалансированному корму. В ходе экспериментов проводился мониторинг клинического статуса животных, потребления корма и воды, а также динамики изменения массы тела. По завершению экспериментов у крыс проводилось взятие крови и вскрытие для изучения макроскопической картины. Гематологический анализ проводился на автоматическом анализаторе «Mythic 18 Vet».

Обработку цифрового материала проводили методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту на персональном компьютере с использованием программ Excel.

Клиническая картина белых крыс во всех группах существенно не отличалась. В течение всего эксперимента во всех группах животных оценивали динамику массы тела (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика массы тела животных

Группа	исходные данные	10 сутки	20 сутки	30 сутки
1	195,6±8,3	200,7±8,1	212,6±9,3	221,0±9,1
2	190,5±9,6	163,4±8,6	163,4±8,4	162,1±8,1
3	197,8±6,9	182,6±7,7	197,8±7,9	191,7±7,5
4	187,7±8,1	180,9±7,6	180,9±8,7	176,8±8,1
5	196,7±8,5	191,8±8,7	200,0±9,1	203,4±8,2
6	193,2±7,9	200,9±7,4	206,7±8,8	214,5±8,6

Из таблицы 1 видно, что масса тела контрольных животных к концу эксперимента увеличилась на 13,0 %. В группе белых крыс, получавших только токсикант, масса тела на 30 сутки снизилась на 14,9 %. В группах животных, получавших вместе с токсином раздельно шунгит и цеолит, живая масса снизилась на 3,1 и 5,8 % соответственно. У животных, получавших вместе с токсикантом сочетанно шунгит и цеолит в соотношении 50:50, масса тела к концу эксперимента увеличилась на 3,4 %. В группе белых крыс, получавших вместе с токсикантом сочетанно шунгит и цеолит в соотношении 25:75, масса тела на 30 сутки опыта увеличилась на 11,0%. Результаты гематологических исследований животных представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Гематологические показатели животных

Группа	Лейкоциты, 10^9/л	Эритроциты, 10^{12}/л	Гемоглобин, г/л
1	7,65±1,94	6,86±0,25	148,0±4,3
2	4,40±0,24*	7,79±0,27*	155,0±5,1
3	7,86±0,17	6,90±0,36	145,5±4,7
4	8,69±2,01	7,24±0,21	142,0±3,9
5	5,42±1,40	6,26±0,28	125,5±3,5*
6	7,40±1,13	7,33±0,31	141,0±4,1

Примечание: * - различия с контролем достоверны с точностью $p \leq 0,05$

Из таблицы 2 видно, что количество лейкоцитов в крови животных второй группы к концу эксперимента было ниже, чем в контроле на 42,5% ($p \leq 0,05$), в третьей выше на 2,7%, в четвертой – на 13,6%, в пятой ниже на 29,2% ($p \leq 0,05$), в шестой – на 3,3%. Содержание эритроцитов в крови белых крыс, получавших только токсикант, на 30 сутки было выше на 13,5% ($p \leq 0,05$), чем в контроле. В группах животных, получавших вместе с токсином раздельно шунгит и цеолит, количество эритроцитов увеличилось на 0,6 и 5,5% соответственно. У животных, получавших вместе с токсикантом сочетанно шунгит и цеолит в соотношении 50:50, содержание эритроцитов в крови к концу эксперимента уменьшилось на 8,7%. В группе белых крыс, получавших вместе с токсикантом сочетанно шунгит и цеолит в соотношении 25:75, количество эритроцитов на 30 сутки увеличилось на 6,8%. Содержание гемоглобина в крови белых крыс второй группы было выше контрольных данных на 4,7%, в третьей группе ниже на 1,7%, в четвертой – на 4,1%, в пятой – на 15,2% ($p \leq 0,05$), в шестой – на 4,7%.

После окончания эксперимента провели вскрытие белых крыс контрольной и опытных групп. При вскрытии во всех группах животных наблюдали следующую картину: трупы правильного телосложения, средней упитанности. Сердце в объеме не изменено. В полостях сердца содержится незначительное количество несвернувшейся крови, эндокард гладкий, блестящий. Миокард упругий, красного цвета. Легкие от бледно-розового до бледного цвета, равномерно окрашенные, упругой консистенции, без признаков отечности, дольчатость выражена хорошо. Селезенка среднего размера, края острые, продолговатой формы, упругой консистенции, красно-коричневого цвета. Печень не увеличена в размере, края острые, форма не изменена, консистенция упругая, цвет темно-коричневый. Слизистая оболочка тонкого и толстого отделов кишечника сероватого оттенка. Почки бобовидной формы, темно-коричневого цвета, в околопочечной клетчатке содержится умеренное количество жира, капсула отделяется легко, граница между корковой и мозговой зонами выражена. Головной мозг не отечен, дольчатость выражена хорошо, мозговое вещество упругой консистенции, без кровоизлияний.

В результате проведенных экспериментов наилучшие показатели наблюдались при сочетанном использовании шунгита и цеолита в соотношении 25:75. У белых крыс отмечалась положительная динамика живой массы тела и нормализация гематологических и патоморфологических показателей.

Финансирование: Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Проблема регламентирования норм содержания пестицидов в продукции растениеводства и животноводства в Российской Федерации и других странах мира / Н.Н. Мишина, Г.Р. Ямалова, К.Ф. Халикова [и др.] // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Х.Х. Абдуллина, Казань, Научный городок-2, 28–29 ноября 2024 года. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2024. – С. 114-117. – EDN YCQJRW.
2. Санитарно-токсикологическая оценка кормов ИЗ РСО-Алания / К.Ю. Апостолиди, Ф.Н. Чеходариди, К.Х. Папуниди [и др.] // Ветеринарный врач. – 2017. – № 3. – С. 39-43. – EDN YRWHKJ.
3. Изучение острой токсичности КИНМИКСА на белых крысах / А.В. Маланьев, К.Ф. Халикова, Г.Р. Ямалова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 242, № 2. – С. 108-111. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-242-2-108-112. – EDN MHGKCE.
4. Бактерии - антагонисты возбудителей кишечных инфекций и продуценты комплекса целлюлаз как основа для создания добавок, объединяющих функции пробиотика и кормового фермента / Л.Р. Валиуллин, Р.С. Мухаммадиев, Р.С. Мухаммадиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 9. – С. 60-66. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_9_60. – EDN BBAAPN.
5. Изучение эффективности лечебных средств при интоксикации животных имидаклопридом / К.Ф. Халикова, Н.Н. Мишина, Г.Р. Ямалова [и др.] // Ветеринарный врач. – 2024. – № 4. – С. 18-23. – DOI 10.33632/1998-698X_2024_4_18. – EDN JUZCPZ.
6. Усовершенствование методики определения уровня имидаклоприда в кормах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Д.Д. Хайруллин, Г.Р. Ямалова, К.Ф. Халикова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2017. – Т. 231, № 3. – С. 154-156. – EDN ZGVWUZ.
7. Герунова, Л.К. Оценка эффективности энтеросорбции при отравлении пестицидами / Л.К. Герунова // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия "Ветеринария": Сборник материалов по итогам научноисследовательской деятельности. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 1003-1004. – EDN QZHTYC.
8. Sangajav, D. The result of the study on feeding young pigs with zeolite mixed feed / D. Sangajav, A. Otgonjargal, N. Togtokhbayar // Science and World. – 2021. – No. 8(96). – P. 40-44. – EDN ZHSUFN.
9. Адсорбция микотоксинов и инсектоакарицидов энтеросорбентами in vitro / Т.В. Герунов, В.И. Герунов, Л.К. Герунова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(52). – С. 42-47. – EDN OVQRAO.
10. Применение шунгита и цеолита цыплятам-бройлерам на фоне отравления тяжелыми металлами / И.Р. Кадиков, Р.У. Бикташев, В.А. Конюхова [и др.] // Ветеринария. – 2020. – № 2. – С. 60-64. – DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.2.60-64. – EDN VKCXIG.

УДК 619:615.661.718.1

Егоров В.И., Галяутдинова Г.Г., Рахматуллин Э.К., Буркин К.Е., Королева Л.С.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПИРЕТРОИДАМИ С УЧЕТОМ ИХ НЕЙРОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Представлен обзор исследований использования препаратов различных лекарственных групп при отравлении синтетическими пиретроидами с учетом их нейротоксического механизма действия. Применение комплексной терапии с включением ГАМК-миметиков, холинолитиков, реактиваторов холинэстеразы, нейролептиков, антиоксидантов, углеродной энтеросорбции, антигипоксантов и цитопротекторов способствовало значительному снижению клинических проявлений отравления инсектицидами этой группы.

Ключевые слова: пестициды, синтетические пиретроиды, фармакологические препараты, животные

Проблемы, связанные с широким использованием пестицидов для борьбы с насекомыми и клещами в растениеводстве, приобрели сегодня особую значимость в связи с возросшими случаями отравления сельскохозяйственных животных кормами, загрязненными различными чужеродными соединениями [1, 2, 3]. Потенциальную опасность пиретроидов сегодня явно недооценивают. Общепризнанно мнение, что это малотоксичные и быстро разлагающиеся в объектах окружающей среды, организме животных и человека соединения [4, 5]. Однако, интенсивное и часто нерациональное применение этих препаратов привело к быстрому развитию резистентности у многих видов вредителей [6, 7].

Несмотря на то, что пиретроиды обладают избирательной активностью, они также являются нейротропными препаратами и для сельскохозяйственных животных и людей [8]. К сожалению, в настоящее время специфические антидоты при отравлении синтетическими пиретроидами не разработаны. Поэтому помощь животным оказывают, используя общие принципы терапии отравлений (естественную детоксикацию, симптоматическую и патогенетическую терапию и др.).

Целью настоящей работы являлся анализ различных лекарственных средств лечения при отравлении синтетическими пиретроидами на основании их механизма действия.

Синтетические пиретроиды - замещенные эфиры циклопропаанкарбоновых кислот или замещенные фенилацетаты. Характерными особенностями нейротоксического действия цианопиретроидов (дельтаметрин, циперметрин, суми-альфа и др.) являются саливация, судороги и рецидивирующие судорожные припадки, парез и паралич конечностей [9]. Синтетические пиретроиды вызывают функциональные изменения постсинаптической нейрональной мембраны, воздействуют на хемовозбудимые ионные каналы, обладают достаточно высоким сродством к никотиновым ацетилхолиновым рецепторам. Циансодержащие синтетические пиретроиды взаимодействуют с рецепторами гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) в синаптосомах мозга, вызывают нарушения в функционировании экстрапирамидной системы и спинальных промежуточных нейронов. Учитывая способность синтетических пиретроидов взаимодействовать с ГАМК-рецепторами, в лечении отравлений синтетических пиретроидов обосновано применение веществ, действующих как ГАМК-ергисты и как антагонисты возбуждающих глутамат- и аспартатергических систем.

В механизме токсического действия пиретроидов первичным объектом поражения наиболее часто называют нервную систему [10]. Однако в настоящее время накапливаются экспериментальные данные о множественном характере нарушений различных систем организма при отравлениях этими ядами.

Нередко при этом указывают участие холинергической системы, в частности, накопление ацетилхолина и фазное изменение активности холинэстеразы - сначала повышение, а затем постепенное ее снижение в крови и тканях. Однако известно, что между токсичностью пиретроидов и их антихолинэстеразными свойствами корреляционная связь почти не прослеживается, в связи, с чем нет достоверных оснований рассматривать в качестве механизма их нейротоксического действия ингибирование холинэстеразы. В то же время пиретроиды вызывают доза-зависимое блокирование ацетилхолиновых рецепторов [11]. Неспецифический и некооперативный характер связывания синтетических пиретроидов с ацетилхолиновыми рецепторами является доказательством воздействия данных препаратов на хемовозбудимые ионные каналы.

Вместе с тем, синтетические пиретроиды могут оказывать влияние на ионофорные каналы рецепторов различных нейротрансмиттеров. Так, в исследованиях in vitro было показано, что циансодержащие синтетические пиретроиды могут взаимодействовать с рецепторами гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) в синаптосомах мозга кролика. Так как ГАМК-эргические системы

расположены, в основном, в центральной нервной системе млекопитающих, то был сделан вывод о том, что цианопиретроиды обладают более выраженным центральным действием [12, 13]. Как оказалось, механизм токсического действия синтетических пиретроидов тесно связан с нарушением процессов возбуждения и торможения не только в периферической, но и в центральной нервной системе, способность синтетических пиретроидов оказывать влияние на трансмембранные ионные процессы, а также их взаимодействие с ГАМК-рецепторами приводят к существенным нарушениям баланса тормозных и возбудительных процессов, как в периферической, так и в центральной нервной системе [14].

В целом, из клинической картины отравления пиретроидами и проведенного нами ранее скрининга потенциальных их антидотов, складывается впечатление о существенной роли нарушений дыхания, вовлеченности сосудистых эффектов и, возможно, специфической оксидазной гепатотоксичности. Известно, что метиленовая синь может играть роль акцептора и донатора водорода в организме, на этом основано ее применение в качестве антидота при некоторых отравлениях (цианидами, окисью углерода, сероводородом). Лечебное действие при отравлении синильной кислотой основано на способности метиленовой сини переводить гемоглобин в метгемоглобин, связывающийся с цианидами. При введении хромосмона, представляющий 1% раствор метиленового синего в 25% растворе глюкозы происходит восстановление метгемоглобина в гемоглобин. По-видимому, полученные данные дают основание предполагать, что одной из патогенетических составляющих в токсическом действии пиретроидов является их цианиподобное действие. Лечебный эффект хромосмона усиливается, если одновременно вводят 5% раствор аскорбиновой кислоты [15, 16].

При поиске средств лечения основное внимание необходимо уделять веществам, усиливающим процессы торможения в центральной нервной системе, действующим как ГАМК-ергисты и синергисты ГАМК-ергической системы, а также как антагонисты возбуждающих глутамат- и аспартатергических систем, такими как бензодиазепины и барбитураты. Кроме того, определенный интерес в плане лечения отравлений синтетическими пиретроидами представляют аминокислоты - таурин и глицин, которые участвуют в детоксикации пиретроидов, а также фенобарбитал - индуктор МОГС печени и стимулятор процессов детоксикации [17].

Результаты исследования показали, что использование холинолитических препаратов (атропин, амизил) и реактиваторов холинэстеразы (дипироксим, диэтиксим) в терапевтических дозах не оказывало существенное влияния на течение острой интоксикации и выживаемость животных [18]. Кроме того, при их использовании проявлялась их собственная токсичность.

Противосудорожные препараты (натрия тиопентал, диазепам) увеличивали выживаемость животных, когда их применяли при появлении признаков возбуждения центральной нервной системы. После введения этих препаратов животные засыпали, судороги ослабевали.

После введения фенобарбитала, диазепама и ГАМК на фоне отравления пиретроидом наблюдалась малоподвижность и сонливость животных. Отмечалось более позднее наступление судорог и увеличение времени наступления гибели [19].

Повышение выживаемости крыс с острым отравлением пиретроидом фенвалератом при лечении их атропином, диазепамом, фенобарбиталом отмечали также японские ученые. При этом небольшие дозы атропина в тяжелых случаях отравления синтетическими пиретроидами у людей приводили к уменьшению саливации и отека легких.

При тяжелых отравлениях синтетическими пиретроидами лечение должно включать введение ГАМК-миметика диазепама (реланиум, седуксен, валиум) внутривенно (10-40 мг) или внутримышечно (10 мг, 2 мл 0,5% р-ра). При сохранении судорог диазепам вводят повторно. При отравлениях, сопровождающихся антихолинэстеразными эффектами (миоз, гиперсаливация, отек легких) отмечена необходимость внутримышечного введения 0,1% атропина сульфата [20, 21].

В процесс комплексной терапии одновременно также необходимо включать углеродные сорбенты,антигипоксанты и цитопротекторы (пирацетам, рибоксин, предуктал, тиотриазолин) в обычных дозировках, а также витамины С, А, Е.

Лечебный эффект сорбентов достигается за счет физико-химических свойств сорбирующего вещества, способного связывать и выводить из организма токсические продукты. При острых отравлениях предпочтение отдают мелкодисперсным препаратам, что позволяет активизировать энтеросорбцию в начальных отделах желудочно-кишечного тракта. При хронических пестицидных токсикозах в условиях длительного применения сорбентов этот принцип становится менее актуальным. Однако в случае серьезных органических поражений пищеварительной системы учитывают и риск использования мелкодисперсных препаратов.

В группе ГАМК-производных наиболее эффективными были ГАМК и гидрохлорид гидразида ГАМК, в группе глицина - глицин, моноэтаноламинная соль и диэтаноламинная соль, в группе таурина - кальциевая и натриевая соль N-ацетилглицина, изетионовая соль и гомотаурин.

Таким образом, острое отравление синтетическими пиретроидами сопровождается преимущественным поражением центральной нервной системы. При интоксикации этими инсектицидами отмечаются выраженные антихолинэстеразные эффекты. Применение комплексной

терапии с включением ГАМК-миметиков, холинолитиков, реактиваторов холинэстеразы, нейролептиков, антиоксидантов, углеродной энтеросорбции, антигипоксантов и цитопротекторов способствует значительному регрессу клинических проявлений при отравлении инсектицидами этой группы.

Анализируя литературные данные, можно заключить, что в настоящее время известны лишь симптоматические средства терапии при отравлении синтетическими пиретроидами. В этой связи встает вопрос о необходимости изыскания специфических препаратов, обладающих значительной терапевтической и профилактической эффективностью при отравлении данными пестицидами.

Финансирование: Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Герунов, Т.В. Иммунотоксические эффекты синтетических пиретроидов / Т.В. Герунов, Л.К. Герунова, А. А. Тарасенко // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия "Ветеринария": Сборник материалов по итогам научно исследовательской деятельности. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 836-837. – EDN KNETKW.
2. Бойко, Т.В. Диагностика отравлений животных неоникотиноидами и синтетическими пиретроидами / Т.В. Бойко, Т.В. Герунов, М.Н. Гонохова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(9). – С. 63-65.
3. Проблема регламентирования норм содержания пестицидов в продукции растениеводства и животноводства в Российской Федерации и других странах мира / Н.Н. Мишина, Г.Р. Ямалова, К.Ф. Халикова [и др.] // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Х.Х. Абдуллина, Казань, Научный городок-2, 28–29 ноября 2024 года. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2024. – С. 114-117. – EDN YCQJRW.
4. Аббасов, Т. Г. Препараты из группы пиретроидов для борьбы с эктопаразитами животных // Т.Г. Аббасов, В.А. Поляков // Ветеринарная патология – 2005. – № 2. – С. 79-83.
5. Чигринский, Е.А. Каталазная активность печени у самцов крыс при интоксикации синтетическими пиретроидами / Е.А. Чигринский, Л.К. Герунова, Т.В. Герунов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3(59). – С. 81-86. – EDN RWOEOJ.
6. Патоморфологические исследования органов крыс при отравлении цианопиретроидом и использовании лечебных средств / Г.Р. Ямалова, К.Ф. Халикова, А.В. Маланьев [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2021. – № 3(39). – С. 343-349. – DOI 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202103016. – EDN EAMDQP.
7. Ветеринарная токсикология с основами экологии / М.Н. Аргунова. – СПб.: Лань, 2007. – 416 с.
8. Говоров, Д.Н. Применение пестицидов / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, С.Н. Четвертин // Защита и карантин растений. – 2013. – № 4.–С. 6-8.
9. Изучение острой токсичности КИНМИКСА на белых крысах / А.В. Маланьев, К.Ф. Халикова, Г.Р. Ямалова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 242, № 2. – С. 108-111. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-242-2-108-112. – EDN MHGKCE.
10. Балан, Г.М. Клинические проявления, лечение и отдаленные последствия острых отравлений синтетическими пиретроидами / Г.М. Балан, С.И. Иванова, И.В. Юрченко и [др.] // Токсикология пестицидов. – 2005. – С. 1-6. – http: //medved.kiev.ua/arhiv_mg/st_2004/04_2_10.htm.
11. Бредбери, С.П. Проблема загрязнения окружающей среды и токсикология. / С.П. Бредбери, Дж.Р. Котус. – М., 1993. – 143 с.
12. Кормовые отравления и токсикоинфекции животных / К.Х. Папуниди, А.И. Никитин, Э.И. Семенов [и др.]. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2018. – 210 с.
13. Жуленко, В.Н. Ветеринарная токсикология / В.Н. Жуленко, М.И. Рабинович, Г.А. Таланов. – М.: Колос, 2004 – 384 с.
14. Заря, В.В. Синтетические пиретроиды / В.В. Заря // Волна. – 2001. – № 26 (1). – С. 11-17.
8. Захаренко В.А. Заинтересованно о пестицидах / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 11-12.
15. Лимаренко, А.А. Кормовые отравления сельскохозяйственных животных: учебное пособие / А.А. Лимаренко, Г.М. Бажов, А.И. Бараников. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 508 с.
16. Максименко, Л.В. Эколого-токсикологическая характеристика пестицидов класса синтетических пиретроидов / Л.В. Максименко, А.И. Гурова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2004. - №2(26) – С. 102-107.
17. Оценка токсичности и биологического действия экспериментального препарата / А.В. Фролов, Н.М. Василевский, Рам.Н. Низамов и [др.] // Ветеринарный врач. – 2022. – № 1. – С. 46-50. – DOI 10.33632/1998-698X.2021-1-46-50.
18. Эффективность применения экстракции QuEChERS для мультипестицидного мониторинга зерновых хроматографическими методами / А.М. Сайфутдинов, А.Г. Мухамметшина, А.З. Мухарлямова и [др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 1. – С. 14-19. – DOI 10.33632/1998-698X_2025_1_14.

19. Шабунин С.В. Современные принципы и подходы к созданию лечебно-профилактических средств в ветеринарии / С.В. Шабунин // Второй съезд ветеринарных фармакологов и токсикологов России. 9-12 июня 2009 года. – 2009. – С. 19-24 с.
20. Кокшарева, Н.В. Синтетические пиретроиды: механизм нейротоксического действия, поиск средств лечения острых отравлений / Н. В. Кокшарева, С. В. Вековшинина, Н. А. Шушурина и [др.] // Современные проблемы токсикологии. – 2000. – № 3.–С. 21-25.
21. Вековшинина, С.В. Функциональные состояния ацетилхолин-зависимых ионных каналов при раздельном и комбинированном воздействии дециса и белофоса на нейроны Helix pomatia L // Современные проблемы токсикологии / С.В. Вековшинина. – 1999. – № 1.–С. 43-46.

УДК 619.615.9:611.36-091

Маланьев А.В., Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Галяутдинова Г.Г., Бекмуратова Ф.А.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО СОЕДИНЕНИЯ «МА-26» ДЛЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В работе изложены результаты синтеза и первичного токсикологического скрининга оригинального соединения под шифром «МА-26», предназначенного для временного обездвиживания животных. В ходе эксперимента установлены параметры острой токсичности для белых крыс: среднесмертельная доза $ЛД_{50}$ составляет 7,23 мг/кг, $ЛД_{16}$ – 6,82 мг/кг, $ЛД_{84}$ – 8,57 мг/кг массы тела.

Ключевые слова: синтез, острая токсичность, миорелаксант, иммобилизация, белые крысы, среднесмертельная доза

Обеспечение безопасности при проведении лечебно-диагностических манипуляций, а также необходимость фиксации животных при транспортировке или мечении обуславливают высокий спрос на фармакологические средства иммобилизующего действия. В ветеринарной практике для этих целей используются препараты седативного действия и миорелаксанты. Однако существующий арсенал средств не всегда позволяет достичь продолжительной и контролируемой релаксации с минимальными рисками для организма. Эффективность применяемых веществ варьирует в зависимости от видовых и индивидуальных особенностей, что делает актуальным поиск новых химических соединений с высокой миопаралитической активностью и приемлемым профилем безопасности [1-4].

В связи с этим в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» ведутся работы по созданию новых препаратов для кратковременной иммобилизации. Одним из перспективных кандидатов является соединение «МА-26». В соответствии с регламентирующими требованиями доклинических испытаний первым этапом является комплексная токсикологическая оценка, что и послужило целью данной работы.

Экспериментальная часть выполнена на базе отделения токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Объектами исследования являлись лабораторные крысы и синтезированное соединение «МА-26».

Синтез вещества осуществляли путем взаимодействия дитропинового эфира янтарной кислоты с йодистым метилом. Реакцию проводили в бинарной среде ацетона и этилового спирта (1:1). Йодистый метил добавляли капельным методом к раствору эфира при постоянном перемешивании. В процессе экзотермической реакции температура рабочей смеси повышалась до 45°С. Образовавшийся кристаллический осадок (бис-метилйодид дитропинового эфира янтарной кислоты) подвергали фильтрации, промывке и воздушной сушке.

Полученный продукт под шифром «МА-26» был подвергнут скрининговому исследованию на токсичность.

Определение острой токсичности и эффективности соединения под шифром «МА-26» проводили на 30 белых крысах. Животные были разделены на 6 групп по 5 особей в каждой с массой тела 160-240 г. Животных включали в опыт после предварительной выдержки на карантине в течение 14 суток. Исследуемый препарат вводили животным внутримышечно. Были взяты различные дозы 5,3; 6,92; 7,30; 8,50; 9,7 мг/кг. Животным контрольной группы вводилась вода для инъекций. В период проведения исследований поддерживались одинаковые условия кормления и содержания животных [5-7].

В ходе наблюдения фиксировали клиническую картину интоксикации: поведенческие реакции, двигательную активность, наличие фибрилляций, характер дыхания, состояние слизистых

и шерстного покрова, потребление корма и динамику массы тела. Регистрировали время наступления гибели и патоморфологические признаки. Расчет среднесмертельной дозы ($ЛД_{50}$), $ЛД_{16}$ и $ЛД_{84}$ проводили по методу Першина Г.Н. с использованием пробит-анализа Миллера и Тейнтера. Обработку данных осуществляли с вычислением стандартной ошибки и доверительного интервала [2, 9].

При введении крысам соединения «МА-26» в дозе 5,3 мг/кг видимых клинических изменений в поведении и в общем состоянии не наблюдалось. При дозе 6,92 мг/кг клинические признаки характеризовались легким возбуждением, угнетением, учащенным дыханием. Через 43 минуты 1 животное пало. При дозе 7,30 мг/кг клинические признаки проявлялись учащенным дыханием, одышкой и миофибрилляцией. Гибель 3 животных наступила на 32-36 мин после введения препарата. При увеличении дозы до 8,50 мг/кг клиника наблюдалась через 11 мин и характеризовалась угнетением, протиранием глаз и носа, малоподвижностью, шаткой походкой, подергиванием мышц, затрудненным дыханием. Через 27-33 мин 4 крысы пали. Доза 9,7 мг/кг оказалась абсолютно смертельной, вызывала падеж всех подопытных животных на 19-23 мин. При этом клинические признаки проявлялись в виде угнетенного состояния животного, нарушения координации движений, миофибрилляции [10-13].

В ходе работы проведены расчеты следующих параметров острой токсичности: $ЛД_{50}$, $ЛД_{16}$, $ЛД_{84}$. Вычисление $ЛД_{50}$ соединения «МА-26» для белых крыс представлено в таблице.

Таблица – Исходные данные для вычисления $ЛД_{50}$ соединения «МА-26» для белых крыс

Группа	Количество животных, голов	Доза (мг/кг) м.т.	Животных выжило, голов	Животных пало, голов	Процент гибели	Соответствующие пробиты
1	5	5,3	5	0	0	3,36
2	5	6,92	4	1	20,0	4,16
3	5	7,30	2	3	60,0	5,25
4	5	8,50	1	4	80,0	5,84
5	5	9,7	0	5	100	6,64

$ЛД_{50}$=7,23 мг/кг

Расчет $ЛД_{16}$ и $ЛД_{84}$ соединения «МА-26» производили на основании анализа влияния количественного признака на бинарный отклик (рисунок).

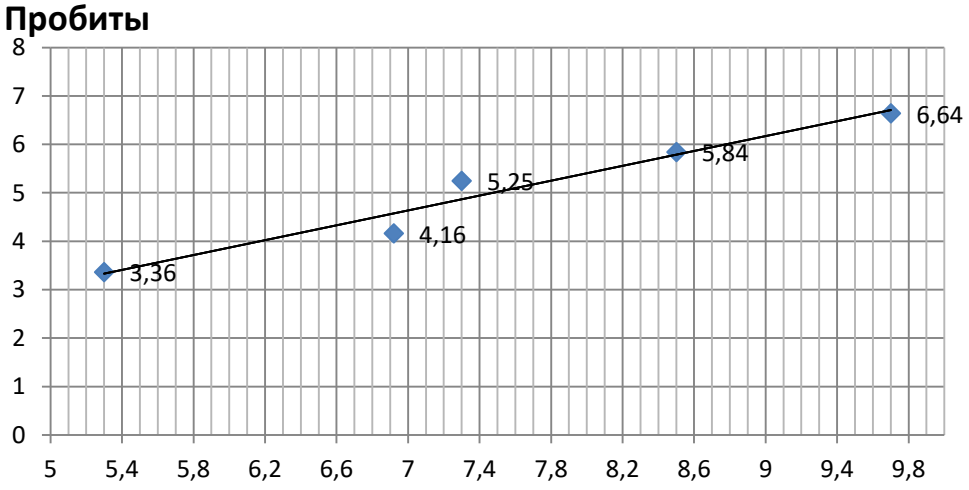


Рис. – Вычисление $ЛД_{84}$ и $ЛД_{16}$ соединения «МА-26»

Величины $ЛД_{84}$ и $ЛД_{16}$ находят на графике, при этом $ЛД_{84}$ соответствует пробит 6, а $ЛД_{16}$ – пробит 4. В данном случае $ЛД_{84}$ равна 8,57 мг/кг и $ЛД_{16}$ – 5,3 мг/кг.

В настоящее время клиническая практика не может обойтись без применения релаксантов. При этом немаловажное значение имеет правильное и адекватное обеспечение мышечной релаксации, а также быстрое и полное устранение остаточного нервно-мышечного блока [8]. Разработка новых отечественных релаксантов имеет большое значение для ветеринарной науки и практики. Согласно существующим требованиям каждое внедряемое химическое соединение должно получить токсикологическую оценку [7, 14].

По результатам проведенных исследований выявили, что средняя смертельная доза соединения «МА-26» для белых крыс составила $ЛД_{50}$ =7,23 мг/кг живой массы, $ЛД_{16}$ =6,82 мг/кг и $ЛД_{84}$=8,57 мг/кг.

Список литературы

1. Оценка острой токсичности препарата «МА-34А» на белых крысах / А.И. Замалетдинова, Р.М. Асланов, Г.Н. Нигматулин [и др.] // Ветеринарный врач. – 2024. – № 1. – С. 13-22. – DOI 10.33632/1998-698X_2024_1_13. – EDN RKMNRE.
2. Громаков В.В., Зимаков Ю.А., Хайрутдинов И.Г. Миорелаксанты: проблемы практического использования в ветеринарии // Ветеринарный врач. – 2002. – № 1. – С. 23.
3. Методические рекомендации по применению препарата «Адилин-супер» для бескровного умерщвления животных. – М., 2018. – 24 с.
4. Громаков В.В. Фармако-токсикологическая оценка применения миорелаксанта «Адилин-супер» для убоя и обездвиживания животных: дис. ... канд. биол. наук : 16.00.04. – Казань, 2002. – 108 с.
5. Березовская И.В. Прогноз безопасности лекарственных средств в доклинических токсикологических исследованиях // Токсикологический вестник. – 2010. – № 5 (104). – С. 17-22.
6. Березовская И.В. Классификация химических веществ по параметрам острой токсичности при парентеральных способах введения // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – № 3 (37). – С. 3-4.
7. ГОСТ 33216–2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
8. Сидоренко, И.А. Управление нейромышечным блоком в анестезиологии / И.А. Сидоренко, Р.Б. Багатырова // Научный альманах. – 2015. – № 8 (10). – С. 983-985.
9. Ступников, А.А. Токсичность гербицидов и арборицидов и профилактика отравлений животных / А.А. Ступников. – Л.: Колос, 1975. – 240 с.
10. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – М.: Медицина, 2005. – 832 с.
11. Сравнительная токсикологическая характеристика фармацевтических субстанций, содержащих бис - четвертичные аммониевые соединения / Э.К. Рахматуллин, Н.М. Василевский, И.И. Идиятов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 3(24). – С. 18-29. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2023.3.18. – EDN MKMCNI.
12. Tolperisone: a typical representative of a class of centrally acting muscle relaxants with less sedative side effects / S. Quasthoff, C. Möckel, W. Zieglgänsberger, W. Schreibmayer // *CNS Neurosci Ther*. – 2008. – No 14(2) -. P. 107–119. – DOI:10.1111/j.1527-3458.2008.00044.x.
13. Azemiopsin, a Selective Peptide Antagonist of Muscle Nicotinic Acetylcholine Receptor: Preclinical Evaluation as a Local Muscle Relaxant / Irina V. Shelukhina, Maxim N. Zhmak, Alexander V. Lobanov [et al.] // Toxins (Basel) – 2018. – No 10(1). – P. 34. – DOI: 10.3390/toxins10010034 PMCID: PMC5793121.
14. Егоров, В.И. Токсикологическая оценка сочетанного воздействия дециса и Т-2 токсина на организм животных и изыскание профилактических средств: специальность 16.00.0416.00.03: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Егоров Владислав Иванович. – Казань, 2007. – 135 с. – EDN NOMZPP.

УДК 619:615.9: 612.398.12

Мишина Н.Н., Валиев А., Сагдеева З.Х., Семенов Э.И.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИСПЫТАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЛЕЧЕБНОЙ СЫВОРОТКИ ПРОТИВ МИКОТОКСИКОЗА ЖИВОТНЫХ

Аннотация. Микотоксины - это вторичные метаболиты, продуцируемые некоторыми плесневелыми грибами, являющиеся высокотоксичными для человека и животных. К инновационным методам детоксикации от микотоксинов следует отнести новый иммунобиологический препарат, разработанный в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» – лечебная сыворотка для лечения и профилактики микотоксикозов животных и птиц. Долгосрочные испытания стабильности - являются ключевыми исследованиями, определяющими срок годности лечебно-профилактических препаратов. Лечебная сыворотка была исследована по физико-химическим и биологическим свойствам: внешний вид; наличие посторонних примесей, механических включений, плесени, неразбивающихся конгломератов; безвредность; стерильность; концентрация водородных ионов (РН); содержание

белка, г/л; пирогенность; активность. По данным исследованиям было установлено, что лечебная сыворотка при температуре 6±2 °С может храниться не менее двенадцати месяцев.
Ключевые слова: лечебная сыворотка, микотоксины, стабильность.

Микотоксины - это вторичные метаболиты, продуцируемые некоторыми плесневелыми грибами, включая *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и *Alternaria*. Эти грибы могут загрязнять различные сельскохозяйственные культуры в поле, во время хранения и транспортировки, особенно в условиях, благоприятных для роста грибов [1]. В настоящее время известно более 300 различных микотоксинов, из которых только 30 являются токсичными для человека и животных. Из этих 30, к наиболее токсичным относятся афлатоксины, охратоксины, фумонизины, трихотецены, патулин, зеараленон и альтернариол. Афлатоксины являются канцерогенными, гепатотоксичными, мутагенными, тератогенными и иммунодепрессивными веществами. Охратоксины продуцируют грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*. После всасывания они вызывают нефротоксичность, гепатотоксичность и иммуносупрессию. Фумонизины негативно влияют на функционирование печени и почек. Виды рода *Fusarium* продуцируют зеараленон, который проявляет эстрогенное действие, снижает фертильность и увеличивает риск выкидышей. Т-2 токсин и ДОН вызывают поражения слизистой оболочки кишечника и оказывают значительное иммунодепрессивное действие. Кроме того, микотоксины ухудшают пищевую ценность продуктов и приводят к экономическим потерям [2, 3]. Таким образом, крайне важно тщательно контролировать и регулировать загрязнение микотоксинами в цепочке поставок продуктов питания для поддержания стандартов безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья населения. Снижение загрязнения микотоксинами требует комплексного подхода, включающего совершенствование методов ведения сельского хозяйства, оптимизацию условий хранения, регулярный мониторинг на всех этапах цепочки поставок, а также активные научные исследования в области разработки новых подходов к снижению токсического действия микотоксинов на организм животных и птиц [4].

Одной из стратегий снижения воздействия микотоксинов является снижение их биодоступности путем включения в корм различных микотоксин-адсорбирующих агентов, что приводит к снижению абсорбции микотоксинов, их попаданию в кровь и органы-мишени [5, 6]. Другая стратегия снижения негативного воздействия микотоксинов в кормах заключается в их разложении на нетоксичные метаболиты с использованием биотрансформирующих агентов, таких как бактерии, грибы, ферменты. Все эти способы имеют свои достоинства и недостатки, в частности так как они задаются вместе с кормом, то соответственно могут снижать и питательность корма. К инновационным методам детоксикации от микотоксинов следует отнести новый иммунобиологический препарат, разработанный в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» – лечебная сыворотка для лечения и профилактики микотоксикозов животных и птиц [7].

Долгосрочные испытания стабильности - являются ключевыми исследованиями, определяющими срок годности лечебно-профилактических препаратов. Данное исследование включает в себя испытания, проводимые в соответствии с заявленными в нормативной документации условиями хранения лекарственного средства.

Для исследования долговременной стабильности, лечебную сыворотку запаянную во флаконы закладывали на хранение в холодильник при температуре 6±2 °С. Каждые 3 месяца в течение года проводили выемку по два образца сыворотки из каждой серии. Согласно нормативной документации разработанная лечебная сыворотка должна соответствовать по физико-химическим и биологическим свойствам: внешний вид; наличие посторонних примесей, механических включений, плесени, неразбивающихся конгломератов; безвредность; стерильность; концентрация водородных ионов (РН); содержание белка, г/л; пирогенность; активность.

Для определения внешнего вида, цвета, наличия посторонней примеси, плесени каждый флакон с сывороткой просматривали визуально. Сыворотка представляла собой прозрачную, слегка опалесцирующую жидкость жёлто-красного цвета, был незначительный белковый осадок, легко гомогенизирующийся при встряхивании. Посторонние примеси, плесень, трещины флаконов отсутствовали.

Для определения безвредности сыворотку сформировали 2 группы белых мышей по 10 животных в каждой, одной вводили подкожно испытуемую сыворотку в дозе 0,5 см^3 в области спины, другой сыворотку от интактных животных. Ни в одной из групп гибели животных не было зарегистрировано.

Определение стерильности проводили по ГОСТ 28085 [8] путем высева на жидкие питательные среды: тиогликолевая среда (для выявления аэробных и анаэробных бактерий), Сабуро и соево-казеиновая среда (для выявления микроскопических грибов). За 14 сут наблюдения посевов, не регистрировали рост бактериальной и грибковой флоры, и сыворотка была признана стерильной.

Концентрация водородных ионов (pH) при измерении потенциометрическим методом - 6,8-7,0, содержание белка - колориметрическим методом с биуретовым реактивом составило 32,0-34,0 г/л [9, 10].

Для проведения теста на пирогенность по ГОСТ 31926 [11] сформировали группу из кроликов. В группы отбирали животных, у которых по результатам трехдневного измерения, ректальная температура была в пределах от 38,5 °С до 39,5 °С. Перед введением сывороток у кроликов дважды, с интервалом 30 мин, измеряли температуру. Различия в показателях температуры не должны были превышать 0,2 °С. Результат последнего измерения принимали за исходную температуру. Испытуемую сыворотку вводили внутримышечно через 15 мин после последнего измерения температуры. Измерение температуры проводили пять раз, с промежутками в 1 ч. По результатам пятиразового измерения ректальной температуры, сумма повышений температуры у трех кроликов была меньше 1,4 °С, что по ГОСТ 31926-2013, позволило дать заключение об апирогенности лечебной сыворотки.

Активность определяли в краткосрочном биотесте на белых мышах обоего пола массой 19-21 г. Двум группам мышей вводили внутрижелудочно Т-2 токсин в дозе $ЛД_{50}$. Животным одной из групп внутримышечно вводили лечебную сыворотку и через 48 часов проводили учет реакции. Сыворотка была признана активной так как обеспечила выживаемость не 70 % животных.

Таким образом, лечебная сыворотка была исследована по физико-химическим и биологическим свойствам: внешний вид; наличие посторонних примесей, механических включений, плесени, неразбивающихся конгломератов; безвредность; стерильность; концентрация водородных ионов (РН); содержание белка, г/л; пирогенность; активность. По данным исследованиям было установлено, что лечебная сыворотка при температуре 6±2 °С может храниться не менее двенадцати месяцев.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Микофлора кормов в районах Республики Татарстан / О. К. Ермолаева, С. А. Танасева, Л. Е. Матросова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 243, № 3. – С. 84-87. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-243-3-84-87. – EDN JTDLJP.
2. Влияние микотоксинов Т-2 и афлатоксина В1 на конверсию корма у кроликов / Ф. Р. Вафин, Е. Н. Майорова, А. И. Самсонов, А. Ф. Хасиятуллин // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Х.Х. Абдуллина , Казань, Научный городок-2, 28–29 ноября 2024 года. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2024. – С. 296-299. – EDN LTWQZX.
3. Бурдов, Л. Г. О результатах анализа кормов на содержание микотоксинов / Л. Г. Бурдов, Л. Е. Матросова // Ветеринарный врач. – 2011. – № 2. – С. 7-9. – EDN NTDQLH.
4. Влияние комплексных профилактических средств на ферментные показатели кроликов при воздействии микотоксинов / Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова, С. А. Танасева [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 6. – С. 44-48. – DOI 10.33632/1998-698X_2025_6_44. – EDN YCGFTP.
5. Оценка протективного эффекта разработанных профилактических комплексов на целостность ДНК при экспериментальном сочетанном микотоксикозе / Е. Ю. Тарасова, Н. И. Хаммадов, Л. Е. Матросова, К. А. Осянин // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 70-76. – DOI 10.33632/1998-698X.2021_70_76. – EDN RQSJLT.
6. Хасиятуллин, А. Ф. Сравнительная оценка адсорбции Т-2 токсина хитинглюканом и минералами / А. Ф. Хасиятуллин, Ф. Р. Вафин // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, профессора И.Н. Никитина, Казань, 28–29 марта 2024 года. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2024. – С. 332-334. – EDN WPOONK.
7. Патент № 2804773 C1 Российская Федерация, МПК A61K 35/00. Способ получения лечебной сыворотки для терапии микотоксикозов животных: заявл. 25.04.2023: опубл. 05.10.2023 / Э.И. Семенов, Н.Н. Мишина, З.Х. Сагдеева [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности".
8. ГОСТ 28085-2013. Средства лекарственные биологические для ветеринарного применения. Метод бактериологического контроля стерильности : международный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июня 2013 г. № 319-ст : введе вперые : дата введения 2014-07-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»). М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с.
9. Общая Общая фармокопейная статья (ОФС) 1.2.1.0004.15. Ионометрия. – URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-1/ionometriya/?ysclid=mlp6q8wo4w863545707 / (дата обращения 16.02.2026).
10. Общая фармокопейная статья (ОФС) 1.8.2.0010.18 Определение белка колориметрическим методом с биуретовым реактивом в препаратах крови человека и животных. – URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia-projects/izdanie-14/1/1-8/1-8-2/?vers=2471&ysclid=mlp6yy51sy238435679 / (дата обращения 16.02.2026).

11. ГОСТ 31926-2013. Средства лекарственные для ветеринарного применения. Методы определения безвредности : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2013 г. N 243-ст : введен впервые : дата введения 2014–07–01 / подготовлен Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»). – Москва : Стандартинформ, 2014. – 20 с.

УДК 619:615.9: 636.087.7

Мишина Н.Н., Семенов Э.И., Сагдеева З.Х.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО СОРБЕНТА В МОДЕЛИ ОСТРОГО МИКОТОКСИКОЗА IN-VIVO

Аннотация. Эффективность кормовых добавок в первую очередь определяется их компонентным составом. Результаты исследований позволили установить оптимальное соотношение цеолита, шунгита, лигнина и β-глюкана, обеспечивающие 100 % выживаемость подопытных животных при остром микотоксикозе белых крыс.

Ключевые слова: кормовая добавка, микотоксины, сорбция

Микотоксины – это низкомолекулярные вторичные метаболиты, производимые плесневыми грибами. Эти вещества выступают типичными загрязнителями и несут значительную угрозу благополучию как для животных, так и для человека. Основными микотоксинобразующими грибами являются грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*, которые продуцируют Т-2 токсин, афлатоксины, охратоксин А, фумонизины, дезоксиниваленол и зеараленон [1, 2].

Образованию микотоксинов способствует множество факторов: повреждения зерна грызунами или насекомыми-вредителями, неблагоприятные условия хранения (повышенная влажность, колебания температуры) и т.д. Микотоксины, благодаря своим физико-химическим свойствам, обладают высокой стабильностью и могут сохраняться в течение длительного времени на всех этапах сельхозпроизводства – от сбора урожая до транспортировки и хранения зерна.

Когда животные потребляют корм, загрязненный микотоксинами, то это приводит к целому ряду проблем со здоровьем. Среди них - нарушения работы пищеварительной системы, диарея, ослабление иммунитета и общее снижение продуктивности [3].

Для снижения уровня микотоксинов в кормах после сбора урожая применяются различные методы. Одним из которых является использование кормовых добавок с сорбционными свойствами [4].

Сорбенты с монокомпонентным составом обладают эффективностью, но имеют и недостатки. Например, глинистые материалы хорошо сорбируют афлатоксины, но плохо фузариотоксины, и к тому же снижают продуктивность животных.

В качестве альтернативы глинистым сорбентам все чаще используют многокомпонентные (комплексные) кормовые добавки, включающие неорганические и органические компоненты. Важным этапом при разработке многокомпонентных кормовых добавок является подбор оптимального процентного соотношения компонентов, обеспечивающего высокую эффективность при отравлениях различной этиологии и высокую продуктивность животных [5-7].

Целью данной работы стало обоснование компонентного состава комплексного сорбента против микотоксинов экспресс-тестом in-vivo.

Научно-исследовательская работа проводилась в отделе токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ».

В качестве компонентов комплексного сорбента рассматривали: цеолит, шунгит, лигнин и глюканы растительного происхождения. В таблице 1 представлены испытуемые композиции сорбентов и процентные соотношения компонентов в них.

Таблица 1 – Модели комбинации компонентов комплексного сорбента

	Шунгит, %	Цеолит, %	Лигнин, %	β-глюкан
1	100	-	-	-
2	-	100	-	-
3	70	30	-	-

4	30	70	-	-
5	50	50	-	-
6	50	30	10	10
7	30	50	10	10

Оценку эффективности образцов сорбента с разным составом оценивали на белых крысах при моделировании острого полимикотоксикоза. Перед опытом животные находились на карантине 14 дней и их вводили в опыт после 8-часового голодания. Крыс взвешивали перед введением токсина и сорбента в соответствии с запланированными исследованиями на весах «Ньютон» для лабораторных животных.

Для постановки эксперимента сформировали 8 групп белых крыс по принципу аналогов массой от 160 до 180 г по восемь животных в каждой. Комбинацию микотоксинов (Т-2 токсин, зеараленон, дезоксиниваленол, фумонизин В1 и афлатоксин В1) вводили внутрижелудочно в болюсах с сорбентами (соотношение 1:1000) в 5,0 % водно-спиртовом растворе в дозах 1/5 LD50 каждого токсина. Через час после введения животные получали свободный доступ к воде и корму.

Наблюдение за животными для выявления отклонений в состоянии здоровья и летальных исходов проводили один раз в день непосредственно перед введением препарата. При осмотре отмечали внешний вид животных, поведение каждой особи, состояние экскрементов и др. При обнаружении отклонений проводили подробный клинический осмотр.

Период наблюдения составил 3 суток, затем оставшихся животных подвергали эвтаназии и проводили патологоанатомическое исследование внутренних органов.

Результаты выживаемости животных в ходе эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Элиминационная способность комбинаций сорбентов при остром полимикотоксикозе

Группа животных	Условия эксперимента	Пало/выжило, гол			Выживае-мость, %
		1 сут	2 сут	3 сут	
1	Микотоксины	3/5	7/1	8/0	0
2	Микотоксины+ модель сорбента № 1	1/7	2/6	2/6	75,0
3	Микотоксины+ модель сорбента № 2	2/6	3/5	4/4	50,0
4	Микотоксины+ модель сорбента № 3	0/8	1/7	2/6	75,0
5	Микотоксины+ модель сорбента № 4	1/7	2/6	4/4	50,0
6	Микотоксины+ модель сорбента № 5	1/7	3/5	4/4	50,0
7	Микотоксины+ модель сорбента № 6	0/8	1/7	2/6	75,0
8	Микотоксины+ модель сорбента № 7	0/8	0/8	0/8	100,0

Из данных таблицы 2 видно, что максимальная способность моделей сорбентов к элиминации микотоксинов была у модели сорбента № 7, которая обеспечивала 100 %-ную выживаемость животных. При комбинации всех четырех компонентов шунгит в процентном содержании 50 % был менее эффективен, чем при введении в состав сорбента 30 %. Преобладание цеолита в модели сорбента № 2 (цеолит 100 %) и сорбента № 4 (шунгит 30 %+цеолит 70 %), обеспечивало только 50 %-ную выживаемость, в тоже время в модели № 7 - 100 % выживаемость.

При выполнении клинического осмотра, у всех подопытных крыс из первой группы уже в первые сутки отмечали значительное понижение поведенческой и двигательной активности, взъерошенность шерсти, диарея, участки эрозии на мордочке.

При патологоанатомическом исследовании внутренних органов павших животных из первой группы зарегистрированы эрозийно-некротические изменения носа и рта, петехии под эндокардом, истощение подкожно-жировой клетчатки, признаки катарального воспаления слизистой оболочки на всем протяжении желудочно-кишечного тракта в виде гиперемии и отёчности различной степени выраженности, увеличение печени, в почках различие между корковым и мозговым слоями нечеткое. В группах, где давали сорбенты изменения были менее выражены и практически отсутствовали в седьмой группе. Таким образом, для дальнейших исследований определен состав комплексного сорбента в модели № 7: шунгит – 30 %, цеолит – 50 %, лигнин – 10 %, β-глюкан – 10 %.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным

организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 г. № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Микофлора кормов в районах Республики Татарстан / О. К. Ермолаева, С. А. Танасева, Л. Е. Матросова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 243, № 3. – С. 84-87. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-243-3-84-87. – EDN JTDLJP.
2. Бурдов, Л. Г. О результатах анализа кормов на содержание микотоксинов / Л. Г. Бурдов, Л. Е. Матросова // Ветеринарный врач. – 2011. – № 2. – С. 7-9. – EDN NTDQLH.
3. Влияние комплексных профилактических средств на ферментные показатели кроликов при воздействии микотоксинов / Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова, С. А. Танасева [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 6. – С. 44-48. – DOI 10.33632/1998-698X_2025_6_44. – EDN YCGFTP.
4. Оценка протективного эффекта разработанных профилактических комплексов на целостность ДНК при экспериментальном сочетанном микотоксикозе / Е. Ю. Тарасова, Н. И. Хаммадов, Л. Е. Матросова, К. А. Осянин // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 70-76. – DOI 10.33632/1998-698X.2021_70_76. – EDN RQSJLT.
5. Апробация схемы лечения Т-2 микотоксикоза / Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова, Р. М. Потехина [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 494-497. – EDN GRFRCE.
6. Хасиятуллин, А. Ф. Сравнительная оценка адсорбции Т-2 токсина хитинглюканом и минералами / А. Ф. Хасиятуллин, Ф. Р. Вафин // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, профессора И.Н. Никитина, Казань, 28–29 марта 2024 года. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2024. – С. 332-334. – EDN WPOONK.
7. Влияние микотоксинов Т-2 и афлатоксина В1 на конверсию корма у кроликов / Ф. Р. Вафин, Е. Н. Майорова, А. И. Самсонов, А. Ф. Хасиятуллин // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Х.Х. Абдуллина , Казань, Научный городок-2, 28–29 ноября 2024 года. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2024. – С. 296-299. – EDN LTWQZX.

УДК 619:615.9:577.2

Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е., Танасева С.А., Кашеваров Г.С.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ДИНАМИКА ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ МИКОТОКСИКОЗА БЕЛЫХ КРЫС

Аннотация. Наличие микотоксинов в кормах приводит к изменению в гомеостазе крови лабораторных и сельскохозяйственных животных. Лейкоцитарные индексы, определяемые по параметрам лейкоцитарной формулы, являются показателями, характеризующими степень выраженности эндогенной интоксикации, воспалительного процесса и характера иммунологического ответа, и могут быть использованы в качестве маркеров оценки эффективности применяемых при микотоксикозе средств профилактики. Целью данного исследования являлось изучение динамики лейкоцитарных индексов у белых крыс на модели Т-2-, афла-, зеараленонмикотоксикоза при применении различных доз кормовой добавки «Галлуасорб» и определение её оптимальной профилактической концентрации. Результаты исследования показали, что у животных группы токсического контроля наблюдались статистически значимые ($p<0,001$) изменения индексов, характерные для системного воспаления и интоксикации: повышение индекса Кребса (ИК), лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ), а также снижение иммунореактивности по лейкоцитарному индексу соотношения лимфоцитов и нейтрофилов (ЛИ). Указанные сдвиги свидетельствовали о развитии нейтрофильного воспаления на фоне угнетения клеточного звена иммунитета. Добавление в рацион кормовой добавки «Галлуасорб» нивелировало значения интегральных гематологических индексов дозозависимым образом. Показано, что наиболее эффективными в снижении сочетанного действия микотоксинов (Т-2 токсина, зеараленона и афлатоксина В1) являются дозы 0,25-0,5 % от рациона.

Ключевые слова: воспаление, интоксикация, иммунный ответ, лейкоцитарные индексы, кормовая добавка, профилактика, микотоксикоз

Изменение климата в глобальном масштабе способствует расширению ареала и повышению активности токсигенных микромицетов, что приводит к усилению контаминации агропродукции микотоксинами [1]. Данная проблема приобретает критическую значимость для ветеринарии и пищевой безопасности. Согласно современным данным, частота обнаружения микотоксинов в кормах и пищевых продуктах достигает 60–80% [2, 3].

Наибольшую опасность среди микотоксинов, продуцируемых грибами рода *Fusarium*, представляют Т-2 токсин и зеараленон. Т-2 токсин, относящийся к трихотеценам типа А, является одним из наиболее токсичных представителей данной группы. Он оказывает выраженное политоксическое действие на организм животных, ингибируя синтез белка и пролиферацию клеток. Политропность его действия обусловлена способностью проникать в организм различными путями и индуцировать системные нарушения в тканях и органах [4].

Зеараленон известен в первую очередь благодаря своему эстрогенному действию, что подтверждено многочисленными исследованиями in vivo и in vitro. Однако спектр его токсических эффектов включает кроме репродуктивной токсичности, иммунотоксичность, индукцию окислительного стресса, цитотоксичность и генотоксическое действие [5].

Афлатоксин В1, продуцируемый грибами рода *Aspergillus*, представляет собой высокотоксичный метаболит, способный загрязнять широкий спектр сельхозпродукции, в особенности зерновые культуры [6]. Основной механизм его токсичности связан с биотрансформацией в печени в реактивный 8,9-эпоксид, обладающий выраженными гепатотоксическими, нефротоксическими, иммуносупрессивными и канцерогенными свойствами.

В качестве средства профилактики микотоксикозов в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» разработана полифункциональная кормовая добавка «Галлуасорб». Её состав, включающий природный сорбент галлуазит, метионин, шрот расторопши и β-глюканы, направлен на патогенетическую коррекцию основных звеньев интоксикации: связывание токсинов в просвете ЖКТ, гепатопротекцию, иммуномодуляцию и антиоксидантную защиту.

Целью данного исследования являлось изучение динамики лейкоцитарных индексов у белых крыс на модели Т-2-, афла-, зеараленонмикотоксикоза при применении различных доз кормовой добавки «Галлуасорб» и определение её оптимальной профилактической концентрации.

Эксперимент проводили на 60 белых крысах с исходной массой тела 150–170 г. Животных методом аналогов разделили на 5 групп по 12 особей в каждой. В условиях вивария ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» была создана 21-дневная модель подострого сочетанного микотоксикоза.

Схема эксперимента:

Группа 1 (интактный контроль): базовый рацион (БР).

Группа 2 (токсический контроль): БР, контаминированный кристаллическими микотоксинами: афлатоксин B_1 – 2,5 мг/кг, Т-2 токсин – 5 мг/кг, зеараленон – 2,0 мг/кг корма.

Группа 3 (опытная 0,1%): БР + микотоксины + 0,1% кормовой добавки «Галлуасорб».

Группа 4 (опытная 0,25%): БР + микотоксины + 0,25% кормовой добавки «Галлуасорб».

Группа 5 (опытная 0,5%): БР + микотоксины + 0,5% кормовой добавки «Галлуасорб».

Содержание животных осуществляли в соответствии с общепринятыми зоогигиеническими нормативами. Рацион был сбалансирован по питательным веществам и соответствовал физиологическим потребностям.

Гематологический анализ: забор периферической крови проводили на 7, 14 и 21 сутки эксперимента в вакуумные пробирки MiniMed с К3-ЭДТА. Общий клинический анализ крови, включая лейкоцитарную формулу, выполняли на автоматическом гематологическом анализаторе Mindray BC 2800.

Расчёт интегральных лейкоцитарных индексов: для оценки степени эндогенной интоксикации, выраженности воспалительного процесса и характера иммунного ответа были рассчитаны следующие индексы на основе данных лейкограммы:

Индекс Кребса (ИК) – отношение процентного содержания нейтрофилов к лимфоцитам. Отражает соотношение активности фагоцитарного (неспецифического) и лимфоцитарного (специфического) звеньев иммунной системы.

Лейкоцитарный индекс (ЛИ) – отношение процентного содержания лимфоцитов к нейтрофилам. Является обратным показателем к ИК, отражает взаимоотношения гуморального и клеточного звеньев иммунной системы.

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) – отношение суммы палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов к сумме лимфоцитов, моноцитов и эозинофилов. Служит количественным маркером тяжести эндотоксикоза, отражает взаимоотношения гуморального и клеточного звеньев иммунной системы [7].

Для полученных результатов по группам вычисляли среднеарифметическое (M) и стандартное отклонение (±Sd) с использованием MS Excel. Для установления статистической значимости различий между группами использовали тест Манна–Уитни в программе Statistica 6.0 (значимыми признавали результаты при $p \leq 0,05$ после коррекции на множественные сравнения по Бонферрони).

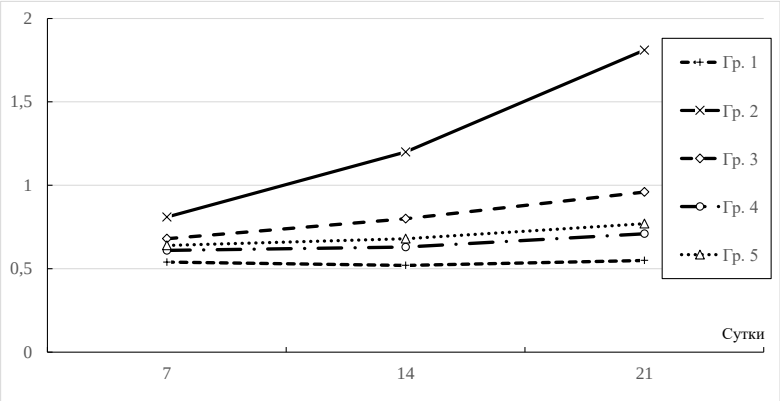


Рис. 1 – Динамика индекса Кребса при сочетанном микотоксикозе белых крыс на фоне применения разных доз кормовой добавки «Галлуасорб»

Во второй группе показано прогрессирующее достоверное ($p<0,001$) повышение индекса Кребса, которое составило 50,00, 130,77, 229,09 % на 7, 14 и 21 сутки исследования. В третьей группе крыс, получавших кормовую добавку «Галлуасорб», достоверные изменения ИК ($p<0,05$) наблюдались, начиная с 14 суток исследования и составили 53,85 и 74,55 % соответственно. Наиболее выраженный защитный эффект наблюдался в дозах 0,25 и 0,5 %, при этих дозах индекс Кребса увеличивался относительно первой группы крыс в 1,21 и 1,31 раза соответственно на 14 сутки исследования, 1,29 и 1,4 раза на 21 сутки (рис.1).

Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов признан надежным маркером системного воспалительного ответа и состояния иммунной системы. Повышение его значений объективно отражает усиление воспалительной реакции, что коррелирует с увеличением пула сегментоядерных нейтрофилов. Высокие значения ИК свидетельствуют о низкой активности моноцитарно-макрофагальной системы и преобладании фагоцитарных (микрофагальных) реакций [8] .

При изучении динамики лейкоцитарных индексов у крыс наблюдался обратный эффект, выражающийся в снижении ЛИ во всех опытных группах относительно группы биологического контроля, что свидетельствует об иммуносупрессивном действии микотоксинов. Наиболее выраженные снижения происходили к концу эксперимента и составили 69,78 % ($p<0,001$), 42,86 % ($p<0,05$), 23,08 % и 28,57 % соответственно у крыс второй, третьей, четвертой и пятой групп.

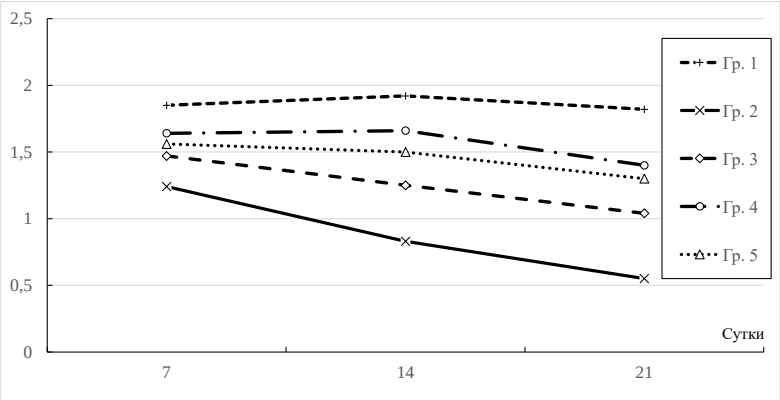


Рис. 2 – Динамика лейкоцитарного индекса при сочетанном микотоксикозе белых крыс на фоне применения разных доз кормовой добавки «Галлуасорб»

На рисунке 3 показана динамика в отношении лейкоцитарного индекса интоксикации.

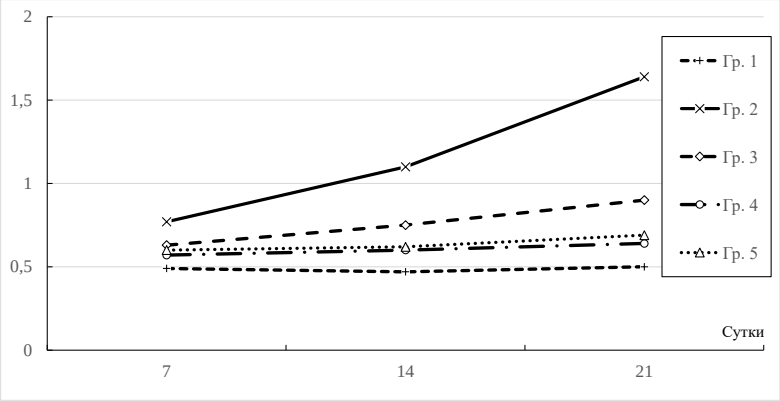


Рис. 3 – Динамика лейкоцитарного индекса интоксикации при сочетанном микотоксикозе белых крыс на фоне применения разных доз кормовой добавки «Галлуасорб»

ЛИИ, как показатель тканевой деградации и уровня эндотоксикоза, был повышен ($p<0,001$) во второй группе крыс на 57,14, 134,04 и 228,00 % на 7, 14 и 21 сутки исследования. Менее выраженное повышение наблюдалось в профилактируемых группах, с достоверным повышением в третьей группе ($p<0,05$) на 80,00 %. В группах, которым задавали кормовую добавку «Галлуасорб» в дозах 0,25 и 0,5 % от рациона достоверных изменений данного показателя не наблюдали.

Лейкоцитарные индексы, рассчитываемые на основе параметров лейкограммы, служат информативными маркерами степени эндогенной интоксикации [9]. Их диагностическая и прогностическая значимость обусловлена возможностью оценки функциональной активности эффекторных механизмов иммунной системы и уровня иммунологической реактивности организма, определяющих формирование неспецифических адаптационных реакций.

Полученные данные подтверждают эффективность применения разработанной в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» кормовой добавки «Галлуасорб» в профилактике сочетанных микотоксикозов в диапазоне доз 0,25-0,5 % от массы рациона. При этом достоверных различий в выраженности защитного эффекта между дозами 0,25 % и 0,5 % выявлено не было. На основании этого установлено, что включение кормовой добавки «Галлуасорб» в дозе 0,25 % от рациона является клинически достаточным и экономически оптимальным, поскольку повышение дозировки до 0,5% не приводит к статистически значимому усилению протекторного действия.

Финансирование: Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ. (Соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ)

Список литературы

1. Эффективность кормовой добавки «Комплисорбин», применяемой цыплятам-бройлерам при полимиктоксикозе в условиях производства / Н. Н. Мишина, Г. Г. Галяутдинова, Э. И. Семенов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 123-128.
2. Оценка экономической эффективности применения комплексного адаптогенного средства для профилактики микотоксикоза цыплят-бройлеров / К. В. Юсупова, Н. Н. Мишина, Я. Б. Стрельцова, Д. Р. Сагдеев // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 51-59.
3. Изучение комбинированного действия фузариотоксинов в различных дозах на организм белых крыс / Н. Н. Мишина, А. В. Софронова, М. А. Ерохондина [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 4. – С. 32-38.
4. Toxic effects of subchronic T-2 toxin exposure on systemic immune deficiency in developing juvenile rats / F. Meng, J. Zhou, H. Wang [et al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2025. – Vol. 302. – 118653.
5. Risk assessment for changes in the metabolic profile and body weights of pre-pubertal gilts during long-term monotonic exposure to low doses of zearalenone (ZEN) / M. Gajęcka, M. Tarasiuk, Ł. Zielonka [et al.] // Research in Veterinary Science. – 2016. – Vol. 109. – P. 169-180.
6. Мухарлямова А. З. Определение уровня загрязнения кормов афлатоксином B_1 // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2023. – Т. 9, № 2(34). – С. 162-167. – https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-162-167.
7. Анализ адаптационного резерва клеточного и гуморального звеньев неспецифического иммунитета при лечении Т-2 токсикоза белых крыс / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов, А. Р. Валиев [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 2(23). – С. 105-119.
8. Использование интегральных лейкоцитарных индексов для оценки воспалительного процесса, эндогенной интоксикации и иммунологической реактивности у поросят при желудочно- кишечных болезнях и эффективности проводимой терапии / С. В. Шабунин, А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 4. – С. 35-42.

9. Neutrophil to lymphocyte ratio: an emerging marker of the relationships between the immune system and diseases / A. Buonacera, B. Stancanelli, M. Colaci, L. Malatino // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – Vol. 23. – P. 3636.

УДК 619:614.31

Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е., Танасева С.А.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ОЦЕНКА БЕЗВРЕДНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГАЛЛУАСОРБ» НА КРОЛИКАХ

Аннотация. Целью данного исследования являлась комплексная оценка безопасности кормовой добавки «Галлуасорб» при её длительном включении (21 сут) в рацион кроликов. В рамках эксперимента, проводился детальный анализ гематологических и биохимических показателей крови, а также осуществлялось патологоанатомическое исследование внутренних органов животных. Полученные результаты демонстрируют отсутствие отрицательного влияния добавки на физиологическое состояние кроликов, что свидетельствует о её безопасности при длительном применении. Проведенные эксперименты показывают перспективность дальнейших исследований кормовой добавки для профилактики микотоксикозов.

Ключевые слова: кормовая добавка, кролики, безвредность, гематология, биохимия, микотоксикоз

Заражение комбикормов и зерна микотоксинами приобрело глобальный масштаб. Среди них наиболее распространенными микотоксинами являются афлатоксин В1, токсин Т-2, дезоксиниваленол и охратоксин А [1-3]. Согласно статистике, более 80 % сельскохозяйственных культур в мире загрязнены микотоксинами, а глобальное потепление усугубляет степень загрязнения сельскохозяйственных культур. Микотоксины присутствуют практически во всех кормах, используемых в животноводстве, и их воздействие может проявляться в виде нарушений репродуктивной функции, иммунологического статуса и продуктивности. Воздействие микотоксинов на животных зависит от количества потребляемого вещества, времени воздействия, типа токсина и взаимодействия между различными токсинами [4-7].

Среди известных методов детоксикации самым популярным и действенным остается применение адсорбирующих веществ. Адсорбенты могут уменьшать абсорбцию микотоксинов животными, создавая стабильные химические взаимодействия с токсинами и дополнительно ограничивая их биодоступность в желудочно-кишечном тракте [8, 9].

В ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» на основе галлуазита разработана кормовая добавка «Галлуасорб» с полифункциональным действием для профилактики микотоксикозов и повышения продуктивности животных.

Цель исследования – оценка безвредности кормовой добавки «Галлуасорб» на кроликах.

Объект исследования – кормовая добавка «Галлуасорб», в состав которой входят галлуазит, β-глюканы, шрот расторопши, метионин. Компоненты кормовой добавки (галлуазит, шрот расторопши, метионин и β-глюканы) отобраны опытным путем с учетом многолетних исследований сотрудников лаборатории микотоксинов в области изучения патогенеза, диагностики и профилактики микотоксикозов лабораторных и продуктивных животных. Кормовую добавку добавляли в комбикорм из расчета 0,25 % от рациона в течение 21 суток.

Опыты проведены на 20 кроликах породы «Шиншилла», разделенных по принципу аналогов на 2 группы (n=10). Ежедневно проводили оценку общего клинического состояния подопытных животных с фиксацией следующих параметров: активность, характер потребления корма и воды, состояние шёрстного покрова и видимых слизистых оболочек, характер экскрементов. В начале и в конце эксперимента животных индивидуально взвешивали на весах CAS SWN-6. В конце эксперимента у кроликов брали кровь, прокалывая ушную вену. Гематологические исследования (определение количества эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина) проводили на анализаторе «Mythic 18 Vet». Для анализа биохимических показателей кровь выдерживали 60 мин в термостате (37 ^{0}C), центрифугировали 15 мин при 1500 об/мин и отбирали сыворотку. Биохимический анализ крови, включающий определение уровня белка, альбуминов и глобулинов, глюкозы, билирубина, мочевины, креатинина, холестерина, а также активности ферментов, был выполнен с использованием анализатора Microlab 300».

Статистическая обработка данных проводилась в программном продукте Statistica 6.0.

Поступление с кормом исследуемой кормовой добавки не оказывало отрицательное влияние на общее состояние животных. Кролики всех групп были активны, пищевая возбудимость и потребление воды не были нарушены. В течение трех недель не было ни одного случая падежа.

По завершении исследования был проведен патоморфологический анализ внутренних органов всех особей. Результаты вскрытия показали отсутствие каких-либо отклонений в морфологическом состоянии исследуемых органов. Сравнительный анализ массы внутренних органов между контрольной и экспериментальной группами не выявил значимых различий, что подтверждает отсутствие негативного воздействия добавки на физиологические параметры животных.

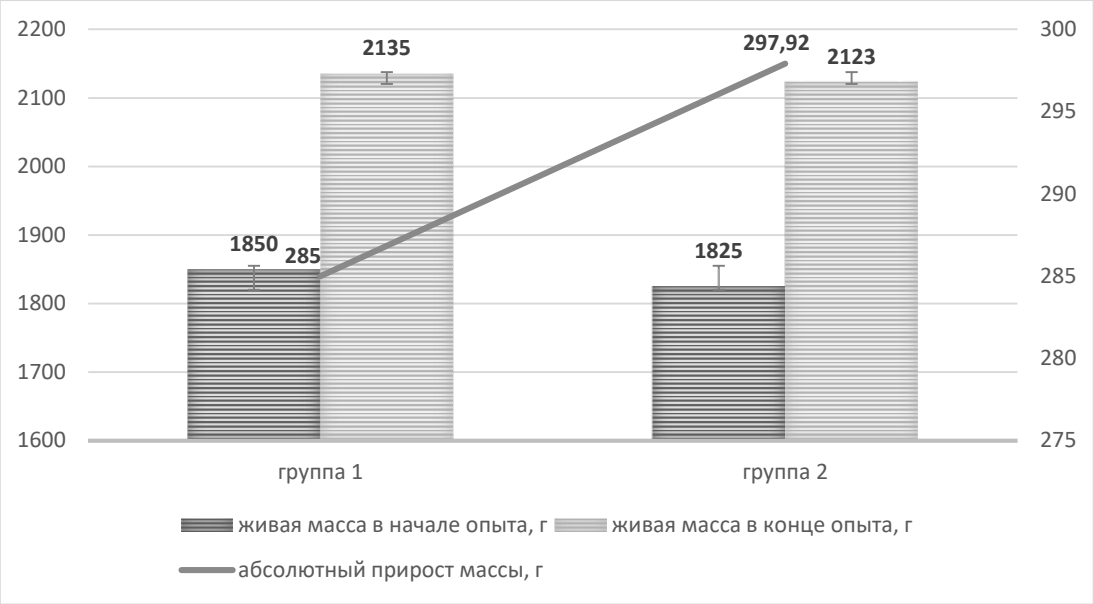


Рис. 1 – Живая масса кроликов при введении в основной рацион кормовой добавки «Галлуасорб»

Регистрировали изменения живой массы кроликов в течение эксперимента (рис. 1). У животных на фоне введения исследуемой кормовой добавки среднесуточный и абсолютный прирост массы тела превышали показатели группы биологического контроля на 4,67 % и 5, 64 %.

Общий анализ крови — одно из самых частых и информативных исследований, позволяющих оценить состояние животных в норме и при патологии. В данном исследовании не наблюдалось достоверных изменений в содержание эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и гемоглобина у животных обеих групп. У первой группы животных было зафиксировано среднее значение концентрации эритроцитов на уровне 6,19±0,12x10^{12}/л, в то время как у второй группы данный показатель составил 6,41±0,14x10^{12}/л. В первой группе уровень лейкоцитов был 8,03±0,48x109/л, а во второй — 8,96±0,35x109/л. Уровень тромбоцитов в первой группе был равен 288,67±12,18x109/л, тогда как во второй группе он составлял 289,17±15,45x109/л. В первой группе средний уровень гемоглобина был 114,17±5,16 г/л, во второй — 116,67±4,74 г/л.

На рисунке 2 представлены биохимические параметры крови кроликов при использовании кормовой добавки «Галлуасорб». Биохимическим анализом сыворотки крови животных всех групп не выявлено достоверных изменений в содержание общего белка, альбуминов, глюкозы, активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы. Количество мочевины и креатинина у кроликов первой и второй группы, находилось в пределах референсных значений и составило – 5,70±0,23; 5,67±0,37 ммоль/л и 64,73±2,76; 66,72±2,69 ммоль/л.

Достоверных изменений в показателях, характеризующих липидный обмен также не регистрировали. Уровни холестерина, триглицеридов и фосфолипидов у кроликов первой группы составили 1,34±0,04; 0,81±0,05 и 0,94±0,04, второй – 1,48±0,07; 0,86±0,05 и 1,03±0,06 ммоль/л.

В первой группе среднее значение активности лактатдегидрогеназы составило 145,53±8,43 Е/л, креатинкиназы — 164,78±5,81 Е/л, а гамма-глутамилтрансферазы — 4,43±0,17 Е/л. Во второй группе аналогичные показатели были следующими: лактатдегидрогеназа — 149,10±5,79 Е/л, креатинкиназа — 163,78±5,45 Е/л, гамма-глутамилтрансфераза — 4,20±0,16 Е/л. Полученные данные демонстрируют незначительные различия между группами, что может свидетельствовать о стабильности исследуемых биохимических параметров в условиях эксперимента.

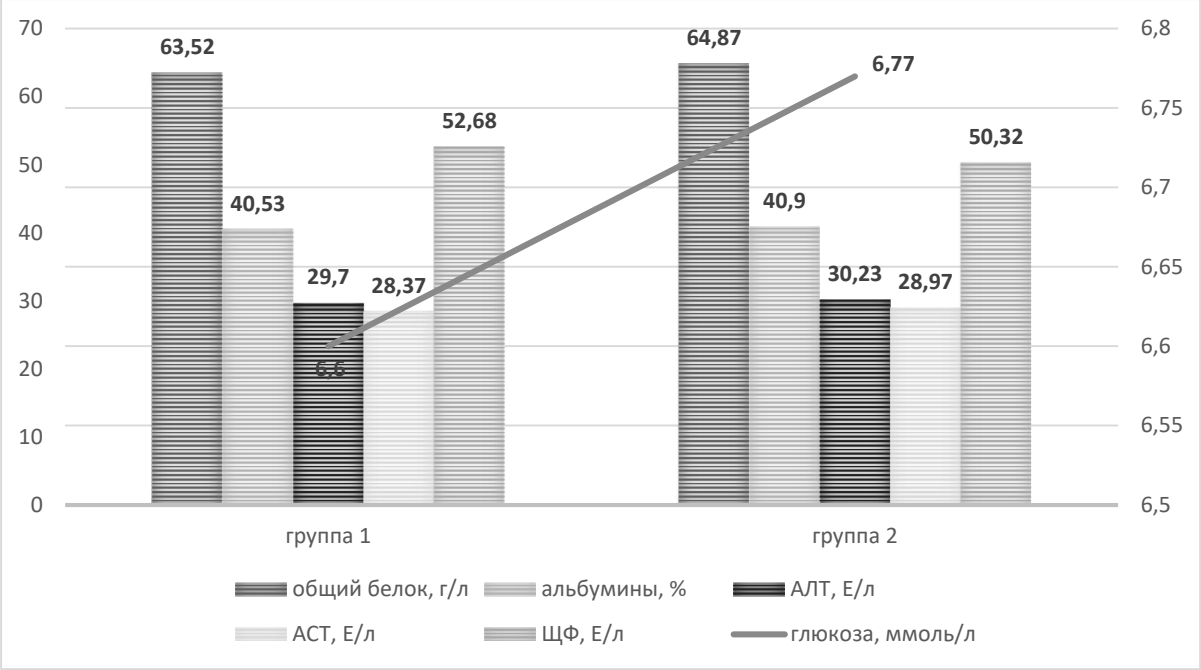


Рис. 2 – Биохимические параметры кроликов при введении в основной рацион кормовой добавки «Галлуасорб»

Включение кормовой добавки «Галлуасорб» в рацион не оказывает негативного влияния на животных. «Галлуасорб» не вызывает ухудшения клинико-физиологических показателей и не приводит к изменениям в гематологическом профиле. Длительное использование кормовой добавки не вызывает патологических изменений в морфофункциональном состоянии внутренних органов. «Галлуасорб» не нарушает метаболические процессы, включая углеводный, липидный и белковый обмен.

Финансирование: Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ. (Соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ)

Список литературы

1. Мишина, Н. Н. Применение конъюгата Т-2 токсина с полилизином для обнаружения Т-2 токсина в конкурентном ИФА / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов, К. Х. Папуниди // Ветеринарный врач. – 2017. – № 4. – С. 33-40.
2. Эмбриотоксичность конъюгированных форм зеараленона / Ф. Р. Вафин, Э. П. Семенов, Н. Н. Мишина [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 3. – С. 142-151. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.3.142.
3. Эспериментальная оценка дрожжевых экстрактов при Т-2 микотоксикозе / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов, А. Ф. Хасиятуллин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 243, № 3. – С. 164-170. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-243-3-164-170.
4. Роль клеточной стенки в адсорбции Т-2 токсина дрожжами Saccharomyces cerevisiae / Р. А. Ахмадышин, А. В. Канарский, З. А. Канарская [и др.] // Ветеринарный врач. – 2008. – № 1. – С. 11-12.
5. Мухарлямова, А.З. Определение уровня загрязнения кормов афлатоксином В1 / А.З. Мухарлямова // Вестник марийского государственного университета. Серия: сельскохозяйственные науки. экономические науки. – 2023. – Т. 9. - № 2(34). – С. 162-167.
6. Смоленцев, С.Ю. Распространение плесневых грибов Mucor, Penicillium и Aspergillus в республике Марий Эл / С.Ю. Смоленцев, И.Н. Поликарпов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2015. - Т. 224. - № 4. - С. 213-216.
7. Song C. et al. Neurotoxic mechanisms of mycotoxins: Focus on aflatoxin B1 and T-2 toxin // Environmental Pollution. – 2024. – Т. 356. – С. 124359.
8. Тремасова, А.М., Идиятов, И.И., Семенов, Э.И. и др. Диагностика и ветеринарная помощь при отравлениях животных: (Общие принципы). Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2022. 236 с.
9. Мухарлямова, А.З. Морфологические и биохимические показатели крови кроликов при экспериментальном афлатоксикозе на фоне применения ретинола ацетата и цеолита / А.З. Мухарлямова, А.М. Тремасова, С.А. Танасева [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. - Т. 238. - № 2. - С. 133-138.

УДК 619:615.9:639

Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., Маланьев А.В., Егоров В.И., Алеев Д.В.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ НОВОГО МИОРЕЛАКСАНТА В ОПЫТАХ НА БЕЛЫХ МЫШАХ

Аннотация. Проведены эксперименты по изучению острой токсичности препарата под шифром «МА-34А» для обездвиживания лабораторных животных. Для проведения исследования использовали белых мышей (самцы) живой массой 20-22 г, которые были распределены на шесть групп. Первая группа служила биологическим контролем, остальные опытные. Исследуемый миорелаксант по внешнему виду представляет собой мелкокристаллический порошок белого цвета, легко растворимый в воде. Животным опытных групп данный препарат вводили однократно внутримышечно в дозах: 3,0; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0 мг/кг массы тела. Продолжительность эксперимента составила 14 дней. На основании проведенных исследований выявлено, что среднесмертельная доза ($ЛД_{50}$) исследуемого препарата для белых мышей составила: 9,5 мг/кг массы тела.

Ключевые слова: белые мыши, острая токсичность, обездвиживание, миорелаксант, внутримышечное введение

В настоящее время применение миорелаксантов в ветеринарии приобретает важное значение при обездвиживании животных. Использование обездвиживающих препаратов представляет собой более безопасную альтернативу при работе с дикими животными, позволяя обездвиживать их на расстоянии, а также сводить к минимуму риск нападения их на работников. Для этих целей в большинстве случаев используют две группы препаратов: вещества центрального действия и периферические релаксанты, механизм действия которых состоит в обездвиживании за счет расслабления скелетной мускулатуры путем блокирования процессов передачи импульсов возбуждения от двигательных нервов на мышечные волокна [1]. Периферические мышечные релаксанты – фармакологические вещества, избирательно блокирующие передачу импульсов в нервно-мышечных синапсах скелетных мышц [2]. Как известно, широта миопаралитического действия определяется диапазоном между дозами, в которых вещества вызывают миорелаксацию мышц туловища, парализуют дыхательные мышцы и вызывают апноэ.

На сегодняшний день актуальным является разработка препаратов с миорелаксирующим действием отечественного производства, так как в ветеринарной практике до недавнего времени в основном применялись импортные средства [3]. Обязательным условием применения новых веществ является предварительное проведение токсикологических исследований на животных. Одно из основных направлений современной токсикологии напрямую связано с исследованием патологических изменений организма при острых и хронических воздействиях.

Нами проводилось исследование острой токсичности нового миорелаксанта на белых мышах при внутримышечном введении, а также изучались токсические и летальные дозы исследуемого препарата, влияние препарата на клиническое состояние, динамику массы тела и температуру.

Экспериментальные исследования проводили на 36 нелинейных белых мышах (самцы), живой массой 20-22 г. В эксперименте использовался синтезированный препарат, представляющий собой мелкокристаллический порошок белого цвета, легко растворимый в воде. До эксперимента животные проходили карантин и адаптацию на протяжении 14 дней. Эксперименты проводились согласно «Руководству по экспериментальному изучению новых фармакологических веществ» [4,5]. В экспериментальные группы методом аналогов были выбраны белые мыши без признаков отклонений внешнего вида. Животные были разделены на 6 групп по шесть особей в каждой, первая группа была биологическим контролем, остальные – опытные, которые получали однократно внутримышечно данный препарат в дозах: 3,0; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0 мг/кг массы тела. Контрольной группе вводилась вода для инъекций. В период проведения эксперимента опытные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания с соблюдением всех санитарно-гигиенических требований [6]. Определение среднесмертельной дозы ($ЛД_{50}$) проводили по методу Г.Н. Першина [7,8]. В процессе исследования вели клинический осмотр, оценку поведения и общего состояния, потребление воды и корма, регистрацию смертности. [9,10]. Массу тела у белых мышей фиксировали перед началом эксперимента, далее на 7 и 14 сутки введения. Температура тела у животных регистрировалась с помощью медицинского термометра непосредственно перед введением препарата, и на 7 и 14 сутки введения.

Обездвиживающий эффект наблюдали при дозах 3,0 и 6,0 мг/кг массы тела через 15-17 минут и продолжался в течение 35-40 минут. При данных дозах клинические признаки проявлялись слабостью, угнетением, шаткой походкой, лежачим положением. При дозе 6,0 мг/кг одна мышь пала в

течение 4 суток после введения миорелаксанта. Клинические признаки при введении животным дозы 9,0 мг/кг характеризовались шаткой походкой, малоподвижностью, наступлением сонного состояния, подергиванием мышц. Животные отказывались от корма и воды. В течение 3-4 суток фиксировали гибель трех животных.

При увеличении дозы до 12 мг/кг массы тела клиника характеризовалась угнетением животных, шаткой походкой, учащенным дыханием, лежачим положением. Регистрировали гибель четырех животных на 2-3 сутки после введения исследуемого препарата. Доза 15 мг/кг массы тела оказалась абсолютно-смертельной, все белые мыши пали в течение 1-2 суток после введения препарата. При этом клинические признаки проявлялись в виде угнетенного состояния, нарушения координации движений, подергивания мышц.

Исходные данные для вычисления токсических доз препарата для самцов белых мышей представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные для вычисления $ЛД_{50}$ препарата для самцов белых мышей при однократном внутримышечном введении, n= 6

№ п/п	Группа животных	Доза препарата (мг/кг)	Количество животных в группе	Выжило, голов	Пало, голов	% гибели
1	контрольная	контрольная	6	6	0	0
2	опытная 2	3,0	6	6	0	0
3	опытная 3	6,0	6	5	1	16,7
4	опытная 4	9,0	6	3	3	50,0
5	опытная 5	12,0	6	2	4	66,7
6	опытная 6	15,0	6	0	6	100

Для вычисления $ЛД_{50}$ использовали формулу:

$$ЛД_{50}= \frac{\sum(a+b)(m-n)}{200},$$

где $\sum$–знак суммирования стоящих после него величин;
a и b – величины смежных доз;
m и n частоты смертельных исходов, %;
200 – постоянный коэффициент.

$$ЛД_{50}= \frac{\sum(19*16,7)(15*33,3)(21*16,7)(27*33,3)}{200} = 9,5 \text{ мг/кг}$$

В результате проведенных исследований установлено, что среднесмертельная доза препарата для обездвиживания животных при однократном внутримышечном введении белым мышам составляет 9,5 мг/кг массы тела.

Динамика изменения массы тела белых мышей при однократном внутримышечном введении представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние однократного внутримышечного введения нового миорелаксанта на динамику массы тела белых мышей, г (n=6)

№ п/п	Группа животных	Пол	Срок исследования		
			до введения	через 7 суток	через 14 суток
1	контрольная	самцы	21,48±0,16	23,62±0,18	24,72±0,18
2	опытная 2	самцы	21,60±0,14	19,43±0,13	21,40±0,09
3	опытная 3	самцы	21,55±0,15	19,34±0,12	21,40±0,08
4	опытная 4	самцы	21,53±0,16	18,43±0,09	20,80±0,10
5	опытная 5	самцы	21,75±0,23	18,50±0,11	20,30±0,14
6	опытная 6	самцы	21,55±0,15	-	-

Как видно из таблицы 2, что при внутримышечном введении на 7-е сутки после введения миорелаксанта в третьей, четвертой и пятой группе фиксировали достоверное снижение массы тела животных. В шестой группе на 7-е сутки исследования все мыши пали. При этом в третьей группе снижение массы тела составило 10,2 %, а в четвертой и пятой 14,5 и 15,8 % соответственно. На 14-е сутки показатели массы тела были на уровне контрольной группы.

Результаты исследований влияния исследуемого препарата на температуру тела мышей при внутримышечном введении представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние однократного внутримышечного введения нового миорелаксанта на температуру тела белых мышей, г (n=6)

№ п/п	Группа животных	Пол	Срок исследования		
			до введения	через 7 суток	через 14 суток
1	контрольная	самцы	38,73±0,10	38,80±0,15	38,63±0,23
2	опытная 2	самцы	38,78±0,13	38,93±0,28	38,75±0,23
3	опытная 3	самцы	38,48±0,12	38,54±0,17	38,36±0,09
4	опытная 4	самцы	38,96±0,17	38,73±0,03	38,63±0,09
5	опытная 5	самцы	38,86±0,18	38,70	38,80
6	опытная 6	самцы	39,03±0,24	-	-

Анализируя таблицу 3, выявили, что исследуемый препарат при однократном внутримышечном введении в указанные сроки исследований не оказал существенного влияния на температуру тела белых мышей. Отличий между показателями контрольной группы и опытных групп не отмечалось.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что среднесмертельная доза препарата для обездвиживания животных при однократном внутримышечном введении белым мышам (самцам) составила 9,5 мг/кг массы тела.

Список литературы

1. Царев, С.А. Применение деполяризующих миорелаксантов для временного обездвиживания диких и зоопарковых животных / С. А. Царев // Ветеринарный врач. – 2008. – № 5. – С. 4-7.
2. Оценка острой токсичности препарата «МА-34А» на белых крысах / А. И. Замалетдинова, Р.М. Асланов, Г.Н. Нигматулин [и др.] // Ветеринарный врач. – 2024. – №1. – С. 23-22.
3. Урядов, В.Г. Блокаторы холинорецепторов. Часть 1. Миорелаксанты. Становление представлений / В.Г. Урядов, М.С. Хакимов, Э.Н. Якупова [и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2022. – Т. 72, № 10. – С. 17-25.
4. Миронов, А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов. – Москва.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
5. Хабриев, Р.У. Руководство по экспериментальному доклиническому изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев. – М.: Медицина, 2005, – 832 с.
6. ГОСТ 33216-2014. Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
7. Ступников А.А. Токсичность гербицидов и арборицидов и профилактика отравлений животных. Л.: Колос, 1975. – 240 с.
8. Березовская, И.В. Классификация химических веществ по параметрам острой токсичности при парентеральных способах введения / И.В. Березовская // Хим. фарм. журнал, 2003. – Т. 37. - № 3. – С. 32-37.
9. Ларина, Ю.В. Фармако-токсикологические свойства миорелаксанта под шифром «М3» для некоторых видов животных / Ю.В. Ларина, Е.Е. Борисова, Е.Л. Матвеева // Ветеринарный врач. – 2013. – № 3. – С. 20-21.
10. Изучение фармакокинетики и сроков выведения остаточных количеств действующего вещества препарата для обездвиживания «МА-34А» в организме животных / А.И. Замалетдинова, А.М. Сайфутдинов, Р.М. Асланов [и др.] // В сборнике материалов международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Х.Х. Абдуллина «Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК», Казань, – 2024. – С. 342.

УДК 619:614.31:637.072

Хузин Д.А., Тарасова Е.Ю., Лукина Г.Р., Калимуллин Ф.Х., Шлямина О.В.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ, ВАКЦИНИРОВАННЫХ ИНТРАНАЗАЛЬНО ПРОТИВ ИРТ, ПГ-3 И РСИ С ПЕРВЫХ ДНЕЙ ЖИЗНИ

Аннотация. Здоровье продуктивных животных обеспечивает сбалансированное кормление и комфортные условия содержания. Залогом здоровья и нормального развития новорожденных телят является первая выпойка молозива и последующее качественное кормление, включая молоко матери. В условиях производства, из соображений экономии, в рацион телят с раннего возраста начинают включать заменители цельного молока (ЗЦМ), содержащие в своем составе все питательные вещества, необходимые для здоровья и развития теленка. В качественном ЗЦМ имеется сухое обезжиренное молоко, сыворотка молочная, сывороточно-жировой концентрат, витаминно-минеральный комплекс, пробиотик, ароматизатор. В некоторых случаях возникает необходимость выхаживания телят с первых дней жизни без молока и даже выпойки молозива. Так, в опытах по разработке технологии производства вакцины из живых аттенуированных вирусов для интраназальной профилактики инфекционного ринотрахеита (ИРТ), парагриппа-3 (ПГ-3), респираторно-синтициальной инфекции (РСИ) с первых дней жизни телят, возникла необходимость искусственного выхаживания опытных телят с первых дней жизни, только на ЗЦМ и комбикормах-концентратах. В связи с этим, требовалось использовать только качественные корма и содержать новорожденных телят в максимально комфортных условиях. Целью работы являлось обеспечение сохранности и здоровья опытных телят, вакцинированных интраназально против ИРТ, ПГ-3 и РСИ, при кормлении ЗЦМ и комбикормами-концентратами с первых дней жизни. Исследования показали, что несмотря на некоторые отклонения физико-химических показателей заявленных производителями, ЗЦМ «Кальфолак Стандарт», «Кальфолак Премиум» и комбикорма в виде гранул (КК- 62-124, КР-1-100), использованные для кормления новорожденных телят в строго контролируемом опыте по испытанию экспериментальной вакцины, содержащей живые аттенуированные вирусы для профилактики ИРТ, ПГ-3 и РС инфекции для интраназального применения с первого дня жизни телят оказались достаточно качественными, что позволило благополучно выходить телят и успешно провести опыт.

Ключевые слова: новорожденные телята, опыт искусственного вскармливания, заменитель цельного молока, комбикорма-концентраты, интраназальная вакцинация.

Сохранность новорожденных телят неразрывно связано с дачей первой порции молозива сразу после рождения и последующего очень качественного кормления с первых дней жизни до 3–4 месячного возраста. При отсутствии молозива и молока в рационе, теряются все заложенные природой механизмы защиты теленка в первые дни жизни, поэтому помимо создания комфортных условий содержания, альтернативные корма для телят должны содержать достаточное количество белка, витаминов, аминокислот, микро- и макроэлементов, по возможности, максимально удовлетворяющие потребности их организма. В скотоводстве накоплен достаточный опыт выкармливания телят с первых дней жизни с использованием заменителя цельного молока (ЗЦМ) и комбикормов-концентратов (престарт и старт). В качественном ЗЦМ в достаточном количестве содержатся: протеин сырой (не более 22 %), сырой жир (не менее 11 %), углеводы (не менее 51 %), лактоза (не менее 25%), сырая зола (не более 8%), сырая клетчатка (не более 2,5 %) и необходимый набор аминокислот (лизин 1,5 %, метионин+цистин 0,63 %, метионин 0,35 %, треонин 1,01 %, триптофан 0,29 %, аргинин 1,49 %, лейцин 1,66 %, изолейцин 1,49 %, фенилаланин 1,08 %), обеспечивающие обменную энергию 3848/15,27 Ккал/ Мдж/кг и 2,2 кормовые единицы на 1 кг, а также макро (кальций, фосфор, натрий, хлористый натрий) и микроэлементы (железо, медь, цинк, марганец, йод, кобальт) и витамины (А, Д3, Е) [1]. Таким образом, качественные ЗЦМ имеют постоянный и близкий к цельному молоку, биохимический состав, поэтому их использование в принципе должно препятствовать появлению заболеваний, а также способствовать раннему приучению телят к поеданию традиционных для данного вида животных кормов, способствующих нормальному развитию рубцового пищеварения. Конечно, питательная ценность ЗЦМ ниже, чем у цельного молока и они хуже усваиваются организмом телят в раннем возрасте. ЗЦМ могут различаться в зависимости от входящих в их состав ингредиентов, технологии производства, в продаже могут встречаться низкосортные ЗЦМ, изготовленные с использованием компонентов не подходящих для кормления телят раннего возраста. Также могут встречаться не качественные и подверженные порче в процессе хранения и транспортировки комбикорма концентраты престарт и старт. В связи с вышеизложенным, **целью** работы являлось обеспечение сохранности и здоровья опытных телят,

вакцинированных интраназально против ИРТ, ПГ-3 И РСИ, при кормлении ЗЦМ и комбикормами-концентратами с первых дней жизни.

Респираторные болезни молодняка до настоящего времени остаются экономически значимой проблемой, причиняющей большой ущерб скотоводству нашей страны [2, 3]. Завезенные из производственного молочного комплекса новорожденные телята были размещены в чистых, сухих, хорошо освещенных помещениях вивария и иммунизированы интраназально экспериментальной вакциной против ИРТ, ПГ-3 и РСИ и коммерческой вакциной «Инфорс-3». Для каждого теленка был определен отдельный инвентарь. Телят кормили, полностью исключив молоко из рациона, заменителями цельного молока «Кальфолак Премиум» и «Кальфолак Стандарт», а также комбикорм-концентратом КР-1-589 и комбикорм-концентратом КК- 62-746. В связи с тем, что сохранность и здоровья телят в полной мере зависит от них, качество их изучали согласно регламента исследований испытательного центра ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Образцы указанных кормов отбирали в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014 [4]. Были проведены анализы физико-химических, микробиологических и токсикологических показателей использованных ЗЦМ и комбикорм-концентратов, таких как содержание жира, клетчатки, протеина, влажности, содержание макро- и микроэлементов (кальция, фосфора, соли), pH, бактериальная обсемененность, а также наличие токсичных веществ в отобранных пробах, включая свинец, кадмий, ртуть и мышьяк. Содержание жира, клетчатки, протеина, влажности, кальция, фосфора, соли, а также измерение pH определяли при помощи ИК-анализатора «Spectra Star 2600XT» (Unity Scientific, США) по ГОСТ 32040-2012 [5] и ГОСТ 32255-2013 [6]. Наличие токсичных веществ в кормах было исследовано по ГОСТ 31674-2012 [5]. Свинец и кадмий в образцах определяли по ГОСТ 30692- 2000 на анализаторе Perkin Elmer AAnalist- 200, мышьяк определяли по ГОСТ 31628- 2012 на анализаторе ПАН- AS, ртуть определяли по ГОСТ 344027-2018 при помощи анализатора ртути «РА-915М». Наличие микотоксинов таких как Т-2 токсин, зеараленон, охратоксин А в пробах кормов определяли по ГОСТ 28001-88 [7], ДОН в соответствии с методическими указаниями 5177-90, а афлатоксин B_1 по ГОСТ 30711-2001 [8]. Определение количества бактерий рода *Salmonella*, энтеропатогенных типов кишечной палочки, анаэробных бактерий в комбикормах КК- 62-124, КР-1-100 проводилось по правилам бактериологического исследования кормов, утв. МСХ СССР 10.06.75 [9]. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (БГКП) определяли по ГОСТ 32901-2014 [10], бактерии рода *Salmonella* по ГОСТ 31659-2012 [11], плесени ГОСТ 33566-2015 [12]. Все подопытные телята получали ЗЦМ и комбикорма-концентраты согласно инструкций, указанных на этикетках транспортировочных мешков, что должно было обеспечить сбалансированное питание телят раннего возраста без выпойки цельного молока.

С момента завоза телят в помещения вивария, было установлено ежедневное дежурство сотрудников. Телят приучали к ручному кормлению из ведра, поддерживая чистоту и температурный режим в помещениях. В первые дни новорожденных телят кормили небольшими порциями (не более 1 л), не менее 4- 5 раз в сутки, постепенно увеличивая количество корма, чтобы не было проблем с пищеварением. ЗЦМ изготовлен на основе молочного порошка и содержал в своем составе все вещества, необходимые теленку для нормального развития. При выпойке телят ЗЦМ использовали только кипяченую воду, строго соблюдая температурный режим и возрастные рамки при его выпаивании. На шестые сутки начинали давать кипяченую воду в объеме не более 1 литра. В первые дни жизни телята ели не охотно, отмечали некоторую заторможенность, слабость, низкую упитанность, плохую пищевую возбудимость, беспокойство, пугливость, низкий вес, некоторые признаки расстройства пищеварения, что вероятно, было связано с тем что процесс пищеварения не был еще полностью запущен и, возможно, сказывался недостаток каких-то минеральных веществ и (или) соотношение, поэтому корм плохо усваивался. Вместе с тем, признаков бронхопневмонии, судорог и спазмов мышц не отмечали. На седьмой-восьмой день телята постепенно начинали самостоятельно активно пить ЗЦМ. Химус имел нормальную консистенцию с характерным запахом, поэтому на 10 день телят начали приучать к комбикорму-престартеру, для постепенному развития рубца. Комбикорм-концентрат сначала клали по 10-15 г в ведра при выпойке ЗЦМ, затем стали увеличивать его количество и оставлять в ведрах. На 21 день начали класть в кормушки качественное сено, чтобы телята постепенно привыкали к нему. ЗЦМ и комбикорма (концентрат престарт и старт), используемые для кормления телят в ранние периоды жизни, могли быть некачественными и подвержены нежелательным изменениям в процессе хранения и транспортировки. В связи с этим, большое внимание в научных исследованиях было уделено тщательному изучение качества кормов, используемых для кормления телят.

По данным производителя заменители цельного молока «Кальфолак Премиум» и «Кальфолак Стандарт» – натуральные продукты на молочной основе, которые по составу протеина оптимально приближены к молозиву, однако результаты определения физико-химических показателей кормов, свидетельствуют, что показатель протеина в ЗЦМ «Кальфолак Стандарт» составил 46,19%, а в ЗЦМ «Кальфолак Премиум» – 31,42%, что значительно превышало показатели, указанные на заводских упаковках (22 % и 20 %) соответственно на 24,19 % и 11,42 %. Показатель жира в ЗЦМ «Кальфолак Стандарт» составил 21,25 %, а в ЗЦМ «Кальфолак Премиум» – 23,06 %, что также превышало

показатели, указанные на заводских упаковках (18 % и 16 %), соответственно на 3,25 % и 7,06 %. Максимальная влажность ЗЦМ была в норме.

Комбикорм- концентрат КР-1-589 престарт для телят от 0 до 75 дней, комбикорм-концентрат КК- 62-746 старт для телят от 0 до 4 месяцев должны были идеально подходить для последующего развития нормального пищеварения у телят, но содержание жира у них превышало заводские показатели на 10,02 % и 6,11 %, а протеина на 12,61 % и 30,25 %, соответственно. Незначительные отклонения имели и остальные показатели. Окислительное-восстановительное равновесие (pH) массовая доля влажности комбикормов соответствовали, заявленным показателям.

Содержание тяжелых металлов в пробах кормов представлено в таблице 1

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в кормах

Пробы кормов	Содержание тяжелых металлов,мг/кг			
	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк
ЗЦМ «Кальфолак Стандарт	0.04	0.01	Менее 0,0025	0,048
ЗЦМ «Кальфолак Премиум»	0.04	0,02	Менее 0,0025	0,033
КР-1-589	0,05	0,05	0,0049	0,015
КК- 62-746	0,04	0,1	0.0033	0,012

Содержание микотоксинов в пробах кормов представлено в таблице 2

Таблице 2 – Содержание микотоксинов в пробах кормов

Токсические продукты	Пробы кормов			
	ЗЦМ «Кальфолак Стандарт»	ЗЦМ «Кальфолак Премиум»	КР-1-589	КК- 62-746
Т-2 токсин, мг/кг	Нет	Нет	Нет	Нет
Зеараленон, мг/кг	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Охратоксин А, мг/кг	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Афлатоксин В1, мг/кг	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ДОН, мг/кг	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Таким образом, содержание тяжелых металлов и микотоксинов в кормах были в пределах минимально допустимых значений.

Микробиологические исследования ЗЦМ и комбикормов, включающие определение допустимого уровня содержания микроорганизмов (сальмонелл, энтропатогенных типов кишечной палочки, анаэробных бактерий, мезофильных аэробов, факультативных анаэробов и плесени), свидетельствовали о безопасности и пищевой ценности этих продуктов.

Строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий кормления и содержания новорожденных телят с применением, близких по составу к цельному молоку, заменителей цельного молока («Кальфолак Стандарт», «Кальфолак Премиум») и комбикормов в виде гранул (КК- 62-124, КР-1-100), даже несмотря на имеющиеся у них несоответствия физико-химических показателей, заявленных производителями, позволило достаточно комфортно содержать опытных телят и благополучно провести опыт по испытанию экспериментальной импортозамещающей вакцины, разрабатываемой в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», для интраназальной иммунизации телят с первых дней жизни.

Список литературы

1. Этиология и распространение желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят в крупных животноводческих комплексах / А. Ф. Махмутов, Г. Н. Спиридонов, Д. Д. Насертдинов [и др.] // Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», Казань, 11–12 сентября 2025 года. – Казань: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», 2025. – С. 121-124.

2. Изучение антигенных свойств ассоциированной вакцины против ИРТ, ВД-БС, ПГ-3 и хламидиоза крупного рогатого скота на кроликах / И. Р. Акбашев, С. В. Садыкова, Л. М. Яшагина [и др.] // Ветеринарный врач. – 2024. – № 2. – С. 39-42.

3. Оптимизация условий культивирования штаммов вируса респираторно-синцитиальной инфекции крупного рогатого скота / Р. С. Мухаммадиев, Г. И. Хусаинова, Р. С. Мухаммадиев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 4. – С. 74-80.

4. ГОСТ ISO 6497-2014. Корма. Отбор проб. – Введ. с 01. 07. 2017. – М: Изд-во стандартинформ, 2016.

5. ГОСТ 32040-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. – Введ. с 01.07.2014. – М: Изд-во стандартинформ, 2014.
6. ГОСТ 32255-2013. Молоко и молочная продукция. Инструментальный экспересс- метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора. – Введ. с 01.07.2015. – М.: Изд-во стандартинформ, 2014.
7. ГОСТ 28001-88. Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка. – Введ. С 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1999.
8. ГОСТ 30711-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1. – Введ. С 01.07.2002. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
9. МСХ СССР 10.06.75.Правила бактериологического исследования кормов. – Введ. С 10.06.1975. – М.:Колос, 1976.
10. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella – Введ. с 01.07. 2013. – М.: Изд-во стандартинформ, 2014.
11. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. – Введ. с 01.01.2016. – М.: Изд-во стандартинформ, 2015.
12. ГОСТ 33566-2015. Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов. Метод определения массовой доли влаги – Введ. с 01.07.2016. – М.: Изд-во стандартинформ.

УДК 619:615.9:639

Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Маланьев А.В., Асланов Р.М., Алеев Д.В.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА «МА-34»

Аннотация. Для отлова животных применяют миорелаксанты периферического действия, которые отличаются по составу, механизму действия, способности расслаблять различные группы мышц, также по эффективности воздействия при разных способах введения. В отделении токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» получен препарат с миорелаксирующим действием. В данной статье представлены результаты изучения влияния препарата «МА-34» на биохимический статус белых крыс при однократном воздействии препарата. Целью работы являлось изучение влияния препарата «МА-34» на биохимические показатели белых крыс. Эксперименты проводились на 12 белых беспородных крысах, разделенных на контрольную и опытную группы. Животным первой контрольной группы внутримышечно вводили воду для инъекций, опытной группе внутримышечно вводился препарат «МА-34» в терапевтической дозе 2,2 мг/кг массы тела. Оценивались ключевые показатели функции печени и обмена веществ: уровень общего белка, холестерина, активность ферментов АЛТ, АСТ, и щелочной фосфатазы. Результаты исследований показали, что внутримышечное применение нового миорелаксанта в терапевтической дозе не оказывало отрицательного воздействия на биохимические показатели сыворотки крови белых крыс.

Ключевые слова: миорелаксант, крысы, биохимические исследования, терапевтическая доза

В области современной медицины разработка фармакологических препаратов, отличающихся повышенной эффективностью и безопасностью, занимает лидирующие позиции. Отдельное внимание акцентируется на миорелаксантах – медикаментах, призванных купировать мышечные спазмы, облегчать болевой синдром и способствовать восстановлению подвижности при разнообразных патологических состояниях [1, 2].

В современном мире вопрос гуманного обращения с животными в ветеринарии становится всё более актуальным, так как существует необходимость в разработке и внедрении методов, которые минимизируют стресс и страдания животных во время медицинских процедур. Одним из таких методов является использование миорелаксантов, которые играют ключевую роль в снижении риска травмирования животных при их отлове и фиксации [3, 4]. В практике отлова животных широко используются миорелаксанты периферического действия, различающиеся по химическому составу, механизму влияния, избирательности воздействия на мускулатуру и эффективности в зависимости от метода применения. Данные препараты индуцируют расслабление или паралич мышечной ткани посредством фармакологической блокады передачи нервного импульса в синапсах нервно-мышечных соединений [5, 6]. Однако на сегодняшний день отечественный рынок обездвиживающих средств для ветеринарии в значительной степени зависит от импортных миорелаксантов. Такая зависимость создает ряд проблем, включая нестабильность поставок, колебания цен и потенциальные ограничения в доступе необходимых препаратов. Вследствие этого, разработка и

внедрение в практику эффективных и безопасных отечественных препаратов для обездвиживания животных является важной задачей для обеспечения гуманного оказания ветеринарной помощи. В связи с этим, в отделении токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» разработан новый препарат, обладающий миорелаксирующим действием под шифром «МА-34». Миорелаксант представляет собой мелкокристаллический порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде.

Перед тем как рекомендовать любое новое средство для практического применения, крайне важно исследовать его действие на организм животных [7, 8]. Соответственно, целью данного исследования являлась оценка влияния нового миорелаксанта на биохимические параметры сыворотки крови белых крыс.

Исследование выполнялось в отделении токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ на 12 белых беспородных крысах, живой массой 170-220 г. Формирование экспериментальных групп осуществлялось по принципу аналогов, с учетом возраста и живой массы животных. Содержание животных осуществлялось в условиях вивария, где обеспечивался полный доступ к питьевой воде и сбалансированному корму.

Препарат вводился животным внутримышечно. Первая группа служила контролем, которой вводили воду для инъекций, из расчета 0,1 мл на 100 г массы тела животного; второй группе вводили миорелаксант, в терапевтической дозе, что соответствовало 2,2 мг/кг.

Для оценки биохимических показателей крови использовалось однократное внутримышечное введение, последующие 14 суток велись наблюдения за общим состоянием животных, двигательной активностью, реакцией на раздражители, частотой и глубиной дыхательных движений, а также количеством потребляемой пищи и воды [9, 10].

Исследование биохимических показателей сыворотки крови определялись на анализаторе «Microlab 300».

Анализ биохимических показателей крови имеет большое значение для оценки метаболического состояния и функционирования внутренних органов [11, 12]. Комплекс биохимических исследований включал определение общего белка, холестерина, маркеров цитолиза (по активности ферментов аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансаминазы (АСТ), а также маркеров холестаза (по уровню щелочной фосфатазы).

Обработку цифрового материала проводили методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту. Результаты биохимических показателей сыворотки крови крыс представлены в таблице.

Таблица - Влияние олнократного внутримышечного введения препарата «МА-34» на биохимические показатели сыворотки крови крыс, (M±m)

Показатель	Срок исследования	
	7 день	14 день
1 группа, контроль		
Общий белок, г/л	72,31±1,45	73,61±1,89
АЛТ, Ед/л	68,2±2,21	65,7±2,77
АСТ, Ед/л	59,73±1,87	53,25±1,57
Щелочная фосфотаза, Е/л	45,67±1,97	46,77±1,56
Холестерин общий, ммоль/л	3,43±0,12	3,15±0,17
2 группа, миорелаксант, 2,2 мг/кг		
Общий белок, г/л	73,4±1,70	75,1±1,87
АЛТ, Ед/л	70,1±2,30	72,9±2,75
АСТ, Ед/л	60,9±1,14	62,3±1,60
Щелочная фосфотаза, Е/л	48,1±1,83	49,52±1,91
Холестерин общий, ммоль/л	3,5±0,17	3,47±0,19

Анализ биохимических показателей сыворотки крови (табл.1) свидетельствует о сохранении нормального уровня общего белка как в контрольной, так и в опытной группах. Это указывает на то, что препарат «МА-34» не нарушает общий белковый синтез в организме, что является важным показателем для оценки безопасности препарата. Уровень холестерина также оставался в пределах референсных значений у всех экспериментальных животных. Отсутствие статистически значимых изменений в концентрации холестерина свидетельствует о том, что препарат «МА-34» не оказывает негативного влияния на липидный обмен, что имеет существенное значение для сердечно-сосудистой системы. Особое внимание было уделено оценке активности ферментов АЛТ и АСТ, являющихся индикаторами повреждения гепатоцитов. Исследование показало, что применение препарата «МА-34» не приводило к повышению уровня этих ферментов в сыворотке крови. Это подтверждает отсутствие гепатотоксичности препарата и сохранение целостности мембран клеток печени. Активность щелочной фосфатазы, также не претерпела значимых изменений.

По результатам исследований выявили, что внутримышечное введение белым крысам нового миорелаксанта «МА-34» в терапевтической дозе, не оказывает отрицательного воздействия на биохимические показатели белых крыс.

Список литературы

1. Применение деполяризующих миорелаксантов для временного обездвиживания диких и зоопарковых животных / С.А. Царев, Ю.А. Зимаков, Ю.В. Ларина, А.В. Малев // Ветеринарный врач. 2008. № 5. С. 4-7.
2. Миорелаксанты: проблемы практического использования в ветеринарии / В.В. Громаков, Ю.А. Зимаков, И.Г. Хайрутдинов, В.В. Громаков // Ветеринарный врач. 2002. № 1. С. 23.
3. Урядов, В.Г. Блокаторы холинорецепторов. Часть 1. Миорелаксанты. Становление представлений / В.Г. Урядов, М.С. Хакимов, Э. Н. Якупова, И. М. Фицев, Ж. Р. Насыбуллина // Бутлеровские сообщения. – 2022. – Т. 72, № 10. – С. 17–25.
4. Громаков, В. В. Миорелаксанты: проблемы практического использования в ветеринарии / В.В. Громаков, Ю.А. Зимаков, И.Г. Хайрутдинов, В.В. Громаков // Ветеринарный врач. – 2002. – № 1. – С. 23.
5. Харкевич, Д.А. Фармакология курареподобных средств / Д.А. Харкевич. – М.: Медицина, 1969. – 318 с.
6. Царёв, С. А. Применение деполяризующих миорелаксантов для временного обездвиживания диких и зоопарковых животных / С. А. Царёв, Ю. А. Зимаков, Ю. В. Ларина, А. В. Малев // Ветеринарный врач. – 2008. – № 5. – С. 4–7.
7. Гигиеническая оценка питьевой воды Республики Татарстан по содержанию фторид-ионов / Л. И. Альмитова, В. И. Макаева, А. Р. Макаева, О. В. Шлямина // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сборник статей по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 21 апреля 2021 года / Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2021. – С. 12-15.
8. Случаи массового отравления животных, птиц и рыб в некоторых регионах Российской Федерации и стран СНГ / Э.И. Семёнов, А.М. Тремасова, Л.Е. Матросова [и др.] // Ветеринария. – 2021**.** – № 8. – С. 39-44.
9. Хабриев, Р.У. Руководство по экспериментальному доклиническому изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев. – М.: Медицина, 2005. – 832 с.
10. Миронов, А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая / А.Н. Миронов. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
11. Тремасова, А.М., Идиятов, И.И., Семенов, Э.И. и др. Диагностика и ветеринарная помощь при отравлениях животных: (Общие принципы). Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2022. 236 с.
12. Сравнительный анализ методов идентификации кормового антибиотика цинкбацитрацина / Г.Г. Галяутдинова, В.И. Босяков, Н.Г. Шангараев, В.И. Егоров // Ветеринарный врач. – 2017. – № 5. – С. 15-19. – EDN ZNOIUT.

УДК 615.9:543.544

Мухамметшина А.Г., Мухарлямова А.З., Сайфутдинов А.М., Мишина Н.Н., Идрисова Э.И.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИММУНОФЕРМЕНТНЫЙ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИНОВ, ПРОДУЦИРУЕМЫХ ГРИБАМИ РОДА ALTERNARIA

Аннотация. Грибы рода *Alternaria* широко распространены в окружающей среде и способны продуцировать различные токсичные вторичные метаболиты – микотоксины альтернарии, которые поражают различные сельскохозяйственные культуры и пищевые продукты. Микотоксины альтернарии могут привести к экономическим потерям для сельского хозяйства и серьезным заболеваниям людей и животных из-за их мутагенных, тератогенных и канцерогенных свойств. Мониторинг этих загрязняющих веществ является важной задачей, требующей применение высокочувствительных и селективных методов анализа. В обзоре представлены основные альтертоксины и методы их обнаружения.

Ключевые слова*. Alternaria*, альтертоксины, вторичные метаболиты, хроматография, ИФА

Микотоксины, продуцируемые микроскопическими грибами, как приоритетные контаминанты пищевой продукции, продовольственного сырья и кормов представляют серьезную угрозу для здоровья людей и животных, поражая различные органы и ткани [1].

Микроскопические грибы рода *Alternaria* являются повсеместно распространенными патогенами, обладающими множеством токсических свойств, таких как канцерогенность, иммунотоксичность и генотоксичность. Грибы рода *Alternaria* продуцируют обширный набор метаболитов — порядка 70 соединений причисляют к микотоксинам, которые способны повреждать

растения на любом этапе их жизненного цикла: начиная с семенного материала и заканчивая созревшими плодами [8, 11]. Из потенциально токсичных метаболитов грибов этого рода наиболее распространенными контаминантами пищевых продуктов являются альтернариол (АОЛ) и его метиловый эфир (АМЭ), тентоксин (ТТ), тенуазоновая кислота (ТеК) и альтертоксины I, II и III (рисунок).

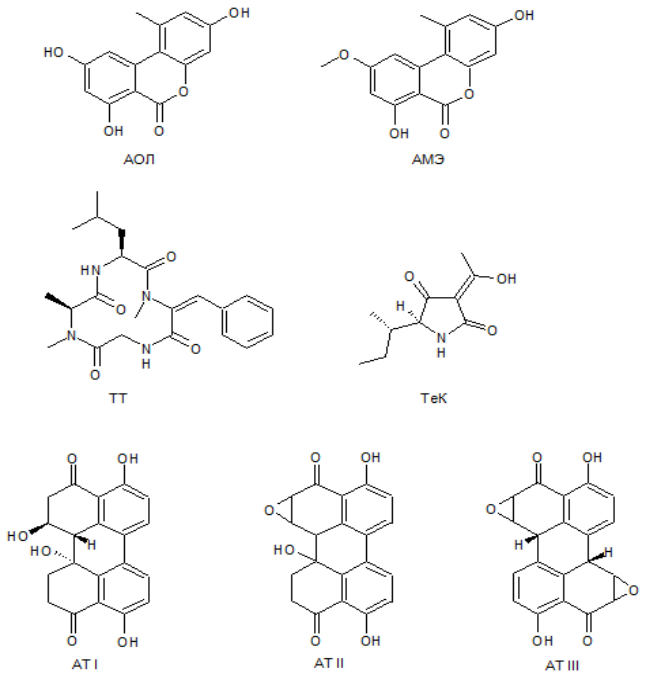


Рисунок – Структурные формулы наиболее распространенных метаболитов грибов рода *Alternaria*

Производные дибензопиранона – АОЛ и АМЭ – являются наиболее характерными метаболитами грибов рода *Alternaria*. Их образуют как крупноспоровые виды (*A. solani, A. porri, A. dauci* и др.), так и мелкоспоровые *(A. alternata, A. tenuissima, A. arborescens* и др.). Производное тетрамовой кислоты – ТеК и периленхиноновые производные – альтертоксины I, II и III образуют преимущественно мелкоспоровые виды *Alternaria.* Поражению грибами *Alternaria* могут подвергаться различные сельскохозяйственные культуры, такие как фрукты и овощи (яблоки, цитрусовые, виноград, томаты), зерновые (ячмень, пшеница и сорго), масличные культуры (семена подсолнечника, оливки).

Из-за мутагенности и генотоксичности некоторых соединений заражение продуктов питания и кормов грибами *Alternaria* может представлять серьезную опасность для здоровья людей и животных. Контаминация может происходить и после сбора урожая, во время хранения или транспортировки благодаря способности *Alternaria* расти при низких температурах [8,11]. Несмотря на его широкую распространённость до сих пор не установлены допустимые нормы содержания данных токсинов в продуктах питания и продовольственном сырье. Обнаружение и контроль вторичных метаболитов *Alternaria* является актуальной задачей пищевой токсикологии.

Для обнаружения микотоксинов *Alternaria* используют разные аналитические методы, такие как иммуноферментный анализ (ИФА) и хроматографические методы [4, 6, 10, 12]. Последние включают в себя тонкослойную хроматографию, газовую и жидкостную хроматографию в сочетании с различными детекторами.

На протяжении многих лет применение ИФА для выявления микотоксинов альтернарии привлекало внимание исследователей благодаря своим преимуществам - высокой чувствительности и быстрому определению. В связи с доступностью большинства наборов для тестирования на микотоксины, ИФА широко используется для рутинного анализа на альтертоксины, такие как АОЛ и ТеК [4, 5]

В литературе представлены различные хроматографические методы для определения метаболитов *Alternaria*, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. ТСХ по-прежнему остается незаменимым аналитическим инструментом для обнаружения микотоксинов (АОЛ, АМЭ, ТеК) в различных матрицах благодаря своим преимуществам, таким как простота эксплуатации и предварительной обработки образцов, быстрота, экономичность и потребление меньшего количества растворителей, чем ЖХ. Однако этот метод уступает по эффективности разделения и чувствительности методам ВЭЖХ и ГХ [2].

ГХ анализ в сочетании с масс-спектрометрическим детектированием обладает высокой чувствительностью и селективностью и позволяет определить вещества в сложной матрице. Метод часто используется для обнаружения летучих, полулетучих, неполярных и полуполярных соединений. В связи с тем, что большинство микотоксинов *Alternaria* представляют собой небольшие нелетучие и полярные молекулы, перед ГХ анализом требуется процедура дериватизации. Например, Harvan D. J. и др. [7] дериватизировали ТеК, используя смесь ацетилтриметилсилана, триметилсилана и пиридина Scott P. M. и соавт. [12] при определении АОЛ, АМЭ, альтенуена (АЛТ) и ТеК в яблочном соке для дериватизации микотоксинов альтернарии использовали гептафторбутират и триметилсилил. Однако трудоемкость и использование дорогостоящих реагентов для дериватизации стали причиной редкого применения данного метода.

Широкое применение для определения микотоксинов *Alternaria* получила высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в сочетании с классическими детекторами, такими как ультрафиолетовый детектор (УФ), детектор диодного излучения (ДАД), флуоресцентный детектор (ФЛД) и масс-спектрометрический детектор (МС) [9]. ФЛД обладает большей чувствительностью и селективностью по сравнению с УФ-и ДАД-детекторами, а предел определения может достигать мкг на кг. Однако немногие микотоксины *Alternaria* обладают свойством флуоресцировать. Например, ТеК не может быть обнаружен детектором ФЛД. Метод ВЭЖХ-ФЛД подходит для определения АОЛ, АМЭ и АЛТ.

В продукции сельского хозяйства концентрация микотоксинов обычно невелика. Для выявления следовых количеств микотоксинов необходимы высокочувствительные аналитические методы обнаружения, которым является ВЭЖХ-МС. Высокая чувствительность и специфичность этого метода позволяет количественно определять содержание токсинов *Alternaria* от 0,1 мкг/кг [3, 13]. Следует отметить, что альтернариатоксины могут присутствовать в пищевых продуктах не только в свободном, но и в связанном состоянии, например, в виде гликозидов и сульфатов (АОЛ-3-глюкозид, АОЛ-9-глюкозид, АОЛ-3-сульфат, АМЭ-3-сульфат и др.) [13, 14], которые так же могут быть определены масс-спектрометрически. Следовательно, ВЭЖХ-МС является предпочтительным методом обнаружения метаболитов грибов рода *Alternaria* ввиду его мультианалитности и возможности идентификации изомеров токсинов.

Таким образом, для рутинных задач по определению узкого круга вторичных метаболитов, продуцируемых *Alternaria*, достаточно применения ИФА и жидкостной хроматографии. ВЭЖХ-МС является наиболее мощным и функциональным методом, позволяющим идентифицировать широкий спектр токсинов и их аддуктов, в том числе в следовых количествах

Список литературы

1. Механизмы нейротоксичности микотоксинов / Т. В. Герунов, В. И. Герунов, Е. А. Чигринский [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 5. – С. 7-16.
2. Determination of mycotoxins in foods: Current state of analytical methods and limitations / R. Köppen, M. Koch, D. Siegel [et al.] // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2010. - Vol. 86. – P. 1595−1612.
3. Determination of alternariol in tomato paste using solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with fluorescence detection / C. Fente, J. Jaimez, B. Vбzquez [et al.] // Analyst. – 1998. – Vol. 123. – P. 2277–2280.
4. Development of a Monoclonal Antibody-Based ELISA for the Detection of *Alternaria* Mycotoxin Tenuazonic Acid in Food Samples / Y. F. Liang, X. W. Zhou, F. Wang [et al.] //Food Anal. Methods. – 2020. – No 13. –P. 1594–1602.
5. Development of an Indirect Competitive ELISA for Analysis of Alternariol in Bread and Bran Samples / Singh G., Velasquez L., Brady B. [et al.] // Food Anal.Methods . – 2018. – No 11. – P. 1444–1450
6. Gas and thin-layer chromatographic methods for analysis of the mycotoxins altenuene, alternariol, and alternariol monomethyl ether / W. R. Pero, G. R. Owens, D. Harvan [et al.] // Analytical Biochemistry. – 1971. – Vol. 43. – No 18. – P. 80-88.
7. Harvan D. J., Pero R. W. Gas chromatographic analysis of the Alternaria metabolite, tenuazonic acid / D. J. Harvan, R. W. Pero // Journal of Chromatography A. – 1974. – Vol. 101. – No. 1. – P. 222-224.
8. Influence of water activity and temperature on growth and mycotoxin production by Alternaria alternata on irradiated soya beans / M. S. Oviedo, M. L. Ramirez, G. G. Barros, S. N. Chulze // Int. J.Food Microbiol. – 2011. – Vol. 149. – P. 127−132.
9. Liquid chromatographic determination of Alternaria toxins in Carrots / S. Michele, D. G. Annalisa, B. Carolina [et al.] // V. J. AOAC Int. – 2004. – Vol. 87. – P. 101−106.
10. Matysik G., Giryn, H. Gradient thin-layer chromatography and densitometry determination of alternaria mycotoxins / G. Matysik, H. Giryn // Chromatographia. – 1996. – Vol. 42. – P. 555–558
11. Occurrence of Alternaria toxins in fibre flax, linseed, and peas grown in organic and convential farms: Monitoring pilot study / J. Kralova, J. Hajslova, J. Poustka [et al.] // Czech J Food Sci. – 2006. – Vol.24. – P. 288
12 Scott P. M. Gas chromatography mass spectrometry of Alternaria mycotoxins / P. M. Scott, D. Weber, S. R. Kanhere // J. Chromatogr. A. – 1997. – Vol. 765. – P. 255−63.
13. Tracking emerging mycotoxins in food: Development of an LC-MS/MS method for free and modified Alternaria toxins / H. Puntscher, M.L. Kütt, P. Skrinjar [et al.] // Anal. Bioanal. Chem. – 2018. – Vol. 410. – No 18. – P. 4481–4494.

14. Validated UPLC-MS/MS Methods To Quantitate Free and Conjugated Alternaria Toxins in Commercially Available Tomato Products and Fruit and Vegetable Juices in Belgium / J. Walravens, H. Mikula, M. Rychlik [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2016. – Vol. 64. – No 18. – P. 5101–5109.

УДК 543.544.5:632.95

Мухарлямова А.З., Мухамметшина А.Г., Сайфутдинов А.М., Буркин К.Е., Сагдеев Э.А.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМИДАКЛОПРИДА И ЕГО МЕТАБОЛИТОВ

Аннотация. Представлены оптимальные условия работы высокоэффективного жидкостного хроматографа для одновременного определения имидаклоприда и двух его метаболитов (олефин-имидаклоприда и 5-гидрокси-имидаклоприда) с диодноматричным детектированием при длине волны детектора 270 нм.

Ключевые слова: имидаклоприд, метаболиты, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Неоникотиноиды являются самым широко используемым классом инсектицидов не только в сельском хозяйстве, также в ветеринарии и в быту. Среди них наиболее распространенным считается имидаклоприд – 1-(6-хлор-3-пиридилметил)-N-нитроимидазолидин-2-илиден-амин, на долю которого приходится более 40% от общего объема использования неоникотиноидов. В связи с чем его остаточные количества могут быть обнаружены в воде, почве, растениях, кормах, продуктах питания, также в органах и тканях животных [2, 5].

Механизм действия имидаклоприда описывается как способность связываться с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами. При этом сообщается о стократном превосходстве этой связи у насекомых по сравнению с млекопитающими, что объясняет их низкую токсичность для последних [1, 4].

В организме под действием ферментов молекула имидаклоприда преобразуется в различные формы метаболитов. К первичным метаболитам относят олефин-имидаклоприд и 5-гидрокси-имидаклоприд. Следует отметить, что первый в десятки раз проявляет большую активность и токсичность, чем исходное соединение [6].

Для определения и количественной оценки неоникотиноидного инсектицида требуется простой, точный и надежный аналитический метод. Имидаклоприд и его метаболиты являются слаболетучими соединениями, по этой причине их идентификацию проводят, как правило, методом жидкостной хроматографии [3]. В большинстве опубликованных методов ее сочетают с масс-спектрометрической детекцией, которая требует дорогостоящего оборудования и квалифицированных специалистов. В связи с этим оптимизация условий хроматографического анализа для одновременного определения имидаклоприда и его метаболитов при диодноматричной детекции является весьма актуальной.

Цель исследования - подобрать оптимальные условия хроматографического разделения имидаклоприда, олефин-имидаклоприда и 5-гидрокси-имидаклоприда для последующего количественного определения с диодноматричной детекцией.

Определение инсектицида из класса неоникотиноидов и двух его метаболитов проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1100», укомплектованным диодноматричным детектором и хроматографической колонкой, заполненной обращено-фазным сорбентом «Luna C18-5μ» (размер 250×4,6 мм, размер частиц сорбента сорбента – 5 мкм). Использовали стандартные образцы имидаклоприда и его метаболитов с чистотой выше 97,9%; ацетонитрил марки «для хроматографии», деоионизированную воду с сопротивлением при 25°C 15-10 MΩ•cm.

В ходе ранее выполненных исследований установили, что применение стационарной фазы силикагеля модифицированной октадецилсиланольными группами для количественного определения инсектицида показало лучшие результаты (экспрессность, воспроизводимость и др). В настоящей работе удерживание аналитов на стационарной фазе колонки находилось в следующем порядке, по увеличению времени выхода: олефин-имидаклоприд, 5-гидрокси-имидаклоприд и имидаклоприд. Длина волны 270 нм была наиболее оптимальной для отклика хроматографических сигналов всех трех аналитов. При исследовании влияния температуры термостата колонки установили, что для проведения анализа достаточно 25 °C.

В ходе изучения влияния различного состава мобильной фазы на время выхода и эффективность хроматографического разделения исследуемых аналитов установили, что применение чистого ацетонитрила не позволяет выявить олефин-имидаклоприд. В связи с чем провели изучение двухкомпонентной мобильной фазы: ацетонитрил-вода в различных соотношениях согласно таблице.

Таблица – Состав и скорость элюирования мобильной фазы

Ацетонитрил-вода, по объему	Скорость элюирования, мл/мин
90:10	0,4-0,8
80:20	0,4-0,8
70:30	0,4-0,8
60:30	0,4-0,8
50:50	0,4-0,8
40:60	0,4-0,8

Установили, что увеличенное содержание в составе подвижной фазы органического компонента – ацетонитрила (более 80%) приводит к наложению хроматографических пиков двух метаболитов: олефин-имидаклоприда и 5-гидрокси-имидаклоприда. Также перекрытие аналитических сигналов двух метаболитов наблюдалось при увеличении скорости элюирования мобильной фазы через хроматографическую колонку (более 0,6 мл/мин). При низком содержании органического растворителя (менее 50%) олефин-имидаклоприд определить количественно не удалось.

Наилучшее разрешение хроматографических пиков имидаклоприда и его двух метаболитов было получено при изучении системы ацетонитрил-вода в соотношении 70:30 по объему при скорости потока 0,4 мл/мин (рисунок).

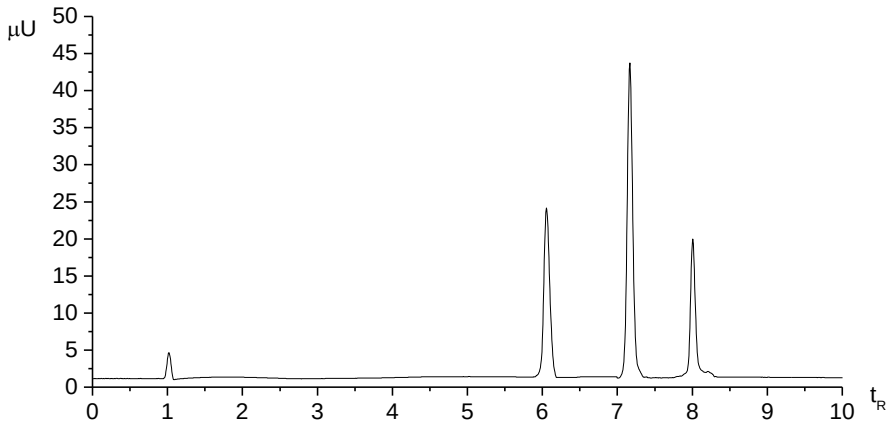


Рисунок – Хроматограмма стандартных растворов при оптимизированных условиях (олефин-имидаклоприд – 6,1 мин; 5-гидрокси-имидаклоприд – 7,2 мин, имдаклоприд – 8,05 мин)

Таким образом были подобраны оптимальные условия хроматографического анализа имидаклоприда и его метаболитов (олефин-имидаклоприда и 5-гидрокси-имидаклоприда) позволяющие получить удовлетворительное разделение и интенсивные аналитические сигналы, Гауссовую форму пика при относительно небольшом времени удерживания.

Список литературы

1. Бойко Т. В. Диагностика отравлений животных неоникотиноидами и синтетическими пиретроидами / Т. В. Бойко, Т. В. Герунов, М. Н. Гонохова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(9). – С. 63-65.
2. Диагностика и ветеринарная помощь при отравлениях животных : (Общие принципы) / А. М. Тремасова, И. И. Идиятов, Э. И. Семенов [и др.]. – Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2022. – 236 с.
3. Определение остаточных количеств имидаклоприда и тиаклоприда в биологических объектах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Т. В. Бойко, Л. К. Герунова, Т. В. Герунов [и др.] // Токсикологический вестник. – 2013. – № 4(121). – С. 34-37.

4. Тиреоидная трансформация у крыс при моделировании острой интоксикации ацетамипридом / М. Н. Гонохова, Л. К. Герунова, Т. В. Герунов, Е. А. Чигринский // Ветеринарный врач. – 2025. – № 6. – С. 5-11.
5. Токсикологическая опасность использования пестицидов в сельском хозяйстве / Г. Г. Галяутдинова, Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. – С. 671-677.
6. Karunker I. Structural model and functional characterization of the Bemisia tabaci CYP6CM1vQ, a cytochrome P450 associated with high levels of imidacloprid resistance / E. Morou, D. Nikou, R. Nauen et al. // Insect Biochem Mol Biol – 2009. – Vol. 39. – P. 697–706.

УДК 619:616.9:577.21:578.828

Хаммадов Н.И., Сальманова Г.Р., Хамидуллина А.И., Арутюнян Г.С., Хаертынов К.С.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИНДИКАЦИИ ВИРУСА АРТРИТА-ЭНЦЕФАЛИТА КОЗ

Аннотация. Существует ряд проблем, влияющих на продуктивность коз, одной из которых являются лентивирусы. Самым популярным и экономически оправданным методом диагностики, в данном случае является полимеразная цепная реакция. Наличие в Российской Федерации ретровирусов мелкого рогатого скота подтверждено данными ежегодных отчетов о эпизоотической ситуации Россельхознадзора, так в 2022 году зафиксировано 14 случаев заболеваний артритом-энцефалитом коз, неблагополучными признано 2 пункта. В структуре генома ВАЭК представлены, повторяющийся регион (в начале и в конце генома) и гены: *gag, pol, vif, tat, env, rev*. Наибольший интерес для дальнейшей работы представила последовательность "*Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *3900.2* transmembrane protein (*env*) gene, partial cds" (GenBank: HM049931.1), характеризующаяся максимальной степенью специфичности к геному ВАЭК и большим числом обнаруживаемых штаммов и изолятов вируса. В связи с высокой степенью полиморфизма среди геномов штаммов и изолятов вируса было принято решение применить двойные комбинации праймеров и зондов, учитывающие единичные нуклеотидные замены. Исследуя биологический материал (кровь и молоко) от 36 коз, провирусную ДНК вируса артрита-энцефалита коз удалось идентифицировать в 12 образцах крови и в 5 образцах молока. Кроме того, определена чувствительность полимеразной цепной реакции, которая составила 10 копий ДНК в объёме реакционной смеси.

Ключевые слова: вирус артрита-энцефалита коз, полиморфизм ДНК, олигонуклеотид, амплификация, индикация

Существует ряд проблем, влияющих на продуктивность коз, одной из которых являются лентивирусы. Заражение вирусом артрита-энцефалита коз (ВАЭК) обнаружено во многих странах мира. Лентивирусы мелких жвачных имеют высокую генетическую изменчивость, что приводит к появлению новых вирусных штаммов [1, 2]. Основной путь передачи заболевания через молоко и молозиво, но также возможет контактный путь передачи данного вируса. Эффективная борьба с данным вирусом возможна лишь при условии точного и быстрого выявления инфицированных животных и выбраковки их из основного стада. Самым популярным и экономически оправданным методом диагностики, в данном случае является полимеразная цепная реакция [3].

Одними из самых сложных в отношении поиска генетических маркеров являются ретровирусы, вышеуказанная сложность обусловлена высокой степенью полиморфизма нуклеотидной последовательности генома целевого вируса. Выбор ретровирусов в качестве объекта для индикации генетического материала так же обусловлен его широким распространение среди поголовья крупного и мелкого рогатого скота и отсутствием ярко выраженной картины заболевания особенно в начале инфекционного процесса, что затрудняет их своевременную диагностику и способствует распространению инфекции. В связи со значительным полиморфизмом нуклеотидных последовательностей и появление новых данных о геномах различных изолятов ретровирусов существует постоянная потребность актуализации диагностической эффективности существующих подходов к индикации провирусной ДНК и в случае необходимости презентовать новые генетические маркеры, которые могут стать основой для разработки наиболее эффективных диагностикумов.

Наличие в Российской Федерации ретровирусов мелкого рогатого скота подтверждено данными ежегодных отчетов о эпизоотической ситуации Россельхознадзора, так в 2022 году зафиксировано 14 случаев заболеваний артритом-энцефалитом коз, неблагополучными признано 2 пункта [4]. Важно подчеркнуть, что обязательное исследование всего поголовья коз на наличие данной инфекции не ведётся, исследованию подвергается лишь животные перед их перевозкой (в соответствии с ветеринарными правилами), следовательно реальная картина превалентности относительно данного заболевания может в значительной степени отличаться от представленной. Именно разработке способа выявления провируса артрита-энцефалита коз и посвящено описываемое далее исследование.

Геном вируса артрит-энцефалита коз содержит 7 основных компонентов различной величины, которые визуально можно представить на рисунке 1.

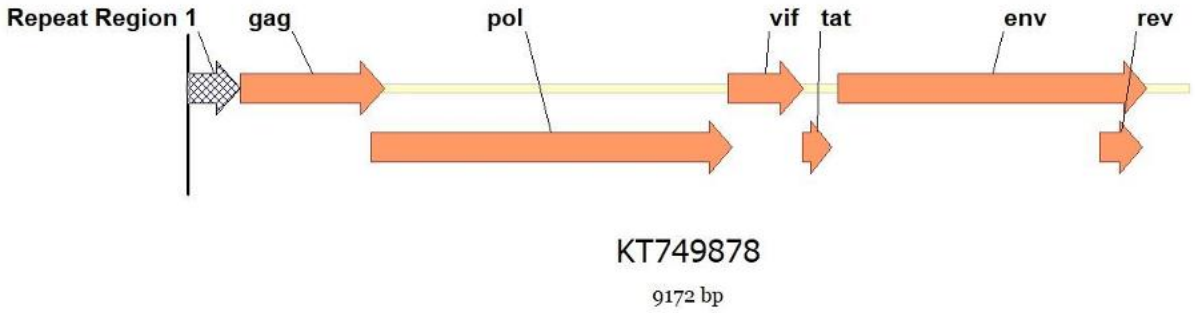


Рисунок 1 – Структура генома ВАЭК

В структуре генома ВАЭК представлены, повторяющийся регион (в начале и в конце генома) и гены: *gag, pol, vif, tat, env, rev*. Для дальнейшего анализа специфичности искомой маркерной последовательности выбраны следующие локусы ВАЭК: *Caprine arthritis encephalitis virus* (isolate LM30) pol protein gene, 3' end of cds (GenBank: L78449.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* (isolate 8062) pol protein gene, partial cds (GenBank: L78448.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* (isolate LM30) gag protein gene, partial cds (GenBank: L78450.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* (strain 75-G63) gag protein gene, partial cds (GenBank: L78446.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *Shanxi* gag protein gene, complete cds (GenBank: GQ996380.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *3900.2* transmembrane protein (env) gene, partial cds (GenBank: HM049931.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* strain *GCTWP 99/01* envelope glycoprotein mRNA, partial cds (GenBank: HM237197.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *SUD08* gag protein gene, partial cds (GenBank: FJ619572.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *SUD07* gag protein gene, partial cds (GenBank: FJ619571.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *CAEV-A U3* region LTR, partial sequence (GenBank: GU263421.1); *Caprine arthritis encephalitis virus rev-like* mRNA, complete cds (GenBank: M63105.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *Caev-Arg_4* p-24 Protein (gag) gene, partial cds (GenBank: KP876019.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* pol gene, partial cds (GenBank: K03327.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *L-107* gag protein gene, partial cds (GenBank: HM534741.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *btnm1007* capsid protein p25 (p25) gene, partial cds (GenBank: KP325714.1); *Caprine arthritis encephalitis virus* proviral sequence for Rev-like protein (GenBank: X64828.1); UNVERIFIED *Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *Goat8* capsid protein p28-like (gag) gene, partial sequence (GenBank: MH251626.1).

Степень полиморфизма генома вируса артрита-энцефалита коз, согласно выравниванию полногеномных нуклеотидных последовательностей 12 штаммов вируса, можно представить в таблице 1.

Таблица 1 – Степень идентичности нуклеотидных последовательностей вируса артрита-энцефалита коз

Область выравнивания	Идентичность, %	Область выравнивания	Идентичность, %
Весь геном	36,9	Repeat region	32
Ген gag	47,2	Ген tat	39,2
Ген pol	43,6	Ген env	31,1
Ген vif	30,1	Ген rev	27

Наибольший интерес для дальнейшей работы представила последовательность "*Caprine arthritis encephalitis virus* isolate *3900.2* transmembrane protein (*env*) gene, partial cds" (GenBank: HM049931.1), характеризующаяся максимальной степенью специфичности к геному ВАЭК и большим

числом обнаруживаемых штаммов и изолятов вируса. Для дальнейшего дизайна олигонуклеотидов и поиска вариабельных участков в пределах интересующего нас гена (GenBank: HM049931.1) произведено выравнивание всех найденных локусов различных изолятов по данному гену, наглядно такое выравнивание нуклеотидных последовательностей представлено на рисунке 2.

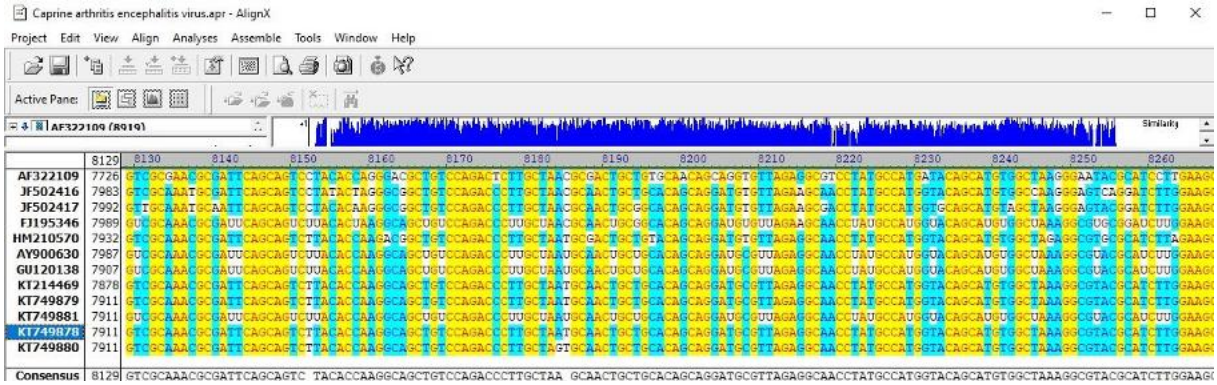


Рисунок 2 – Выравнивание нуклеотидных последовательностей ВАЭК

В результате выравнивания нуклеотидных последовательностей определены места, где возможна наиболее оптимальная гибридизация олигонуклеотидов для индикации ВАЭК, в соответствии с данной информацией был произведен дизайн праймеров и зондов, а именно: прямые праймеры gcaaacgcgattcagcagtct, gcaaatgcgattcagcagtcc; обратные праймеры taccatggcataggttgcctctaa, taccatggcataggtcgcttctaa; зонды Rox-ctgtccagacccttgctaatgcaactgc-BHQ2, Rox-ctgtccagacccttgctaacgcgactgc-BHQ2. Для внутреннего контроля амплификации были подобраны олигонуклеотиды для амплификации гена каппа казеина, все последовательности имели направление молекулы 5` -› 3`. Для контроля амплификации использован плазмидный вектор pAL-2T с маркерной вставкой "gcaaacgcgattcagcagtcttacaccaaggcagctgtccagac ccttgctaatgcaactgctgcacagcaggatgcgttagaggcaacctatgccatggtac". Разработанные олигонуклеотиды проверяли в ПЦР с контрольной плазмидой, а сочетаемость с амплификацией внутреннего контроля проверяли в параллельной амплификации в одной пробирке ДНК крупного рогатого скота и плазмидной ДНК. Во всех случаях наблюдали успешную амплификацию. Определенный в данной работе маркерный локус позволяет производить генную индикацию максимального количества изолятов ВАЭК с высокой степенью специфичности, подтвержденной в nBLAST анализе. В связи с высокой степенью полиморфизма среди геномов штаммов и изолятов вируса было принято решение применить двойные комбинации праймеров и зондов, учитывающие единичные нуклеотидные замены.

Ожидаемый продукт амплификации на ДНК-матрице гена «env» с отображением локализации места отжига каждого праймера и зонда представлен на рисунке 3.

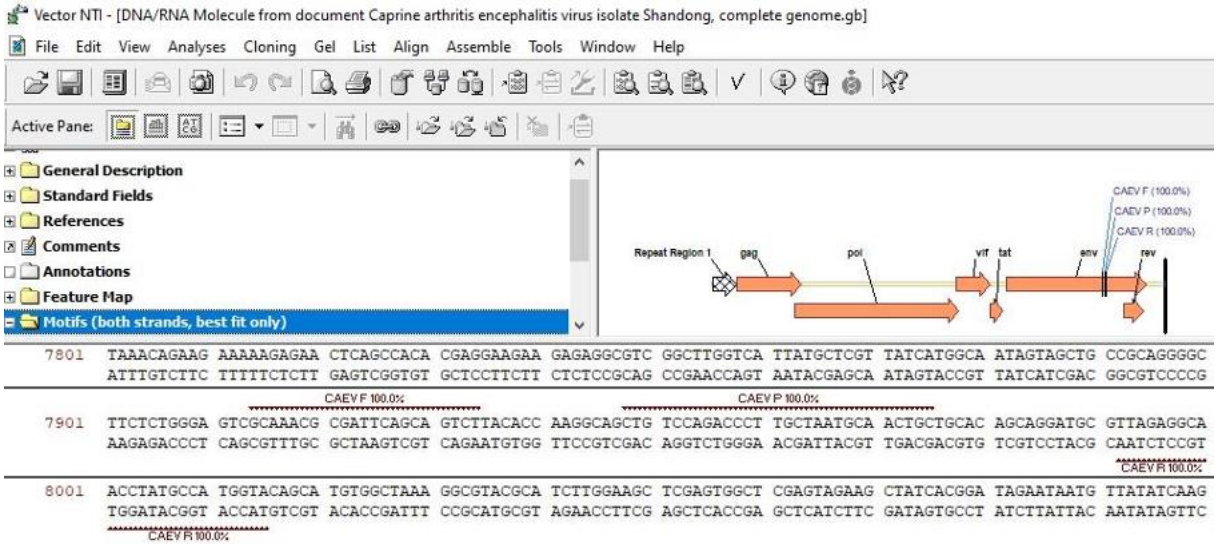


Рисунок 3 – Локализация олигонуклеотидов на нуклеотидной последовательности участка генома вируса артрит-энцефалита коз

Практическая работа с образцами от коз с клиническими признаками заболевания, и без таковых показала эффективность выявления провирусной ДНК при амплификация генетического материала выделенного из образцов крови и молока коз [5]. Так исследуя биологический материал

(кровь и молоко) от 36 коз, провирусную ДНК удалось идентифицировать в 12 образцах крови и в 5 образцах молока. Кроме того, определена чувствительность полимеразной цепной реакции, которая составила 10 копий ДНК в объёме реакционной смеси.

Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Duplex nested-PCR or detection of small ruminant lentiviruses / R. C. Marinho, G. R. Martins, K. C. Souza [et al.] // Braz J Microbiol. – 2018. – №1 – P. 83-92. – DOI 10.1016/j.bjm.2018.04.013.
2. Serological Diagnosis of Lentivirus Infection in Goats Raised in Algeria / T. Idres, A. Lamara, S. Temim [et al.] // J Vet Res. – 2019. – №63 (1). – P. 27-33. – DOI 10.2478/jvetres-2019-0001.
3. Оптимизация условия постановки ПЦР при контагиозной плевропневмонии коз / Н. К. Оразымбетова, Ж. К. Кошеметов, А. К. Наханова, С. Ш. Нурабаев // Вестник Кыргызского государственного университета имени И. Арабаева. – 2022. – № 3. – С. 398-413. – DOI 10.33514/1694-7851-2022-3-398-413.
4. Аналитический ежеквартальный, с нарастающим итогом отчет по эпидситуации в стране (по данным Департамента Ветеринарии МСХ). Отчеты по эпидситуации в стране на 2021 год. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Электронный ресурс. Точка доступа: https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/files/iac/2022/2021_31_12_godovoy_otchet.pdf (обращение на 03.02.2024г.).
5. Встречаемость ретровирусов животных в районах Республики Татарстан / Р. Ф. Сафина, Г. Р. Сальманова, К. В. Усольцев [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 183-188. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_1_249_183.

УДК 619:616.9:577.21:578.828

Хаммадов Н.И., Горбунова М.Е., Усольцев К.В., Арутюнян Г.С., Шангараев Р.И.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ПОИСК КОНСЕРВАТИВНЫХ ГЕНОВ ВИРУСА ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ДЛЯ СПЕЦИФИЧНОЙ ИНДИКАЦИИ ЕГО ПРОВИРУСА

Аннотация. Эффективность выявления нуклеиновых кислот патогенного микроорганизма в анализируемом материале во многом зависит от того на сколько детально проработан выбор маркерной нуклеотидной последовательности, уникальной для всех известных штаммов выявляемого патогена. Для поиска маркерной нуклеотидной последовательности вируса лейкоза крупного рогатого скота было выполнено выравнивание полногеномных нуклеотидных последовательностей этого вируса, определена степень идентичности каждого гена вируса и установлены локализации генома с минимальным полиморфизмом нуклеотидов. Исходя из нуклеотидной последовательности каждого анализируемого штамма, в области гена «*pol*» был выполнен дизайн праймеров для выявления провируса лейкоза крупного рогатого скота в исследуемом материале. Разработанная комбинация праймеров и зонда гибридизировалась с провирусной ДНК вируса лейкоза крупного рогатого скота, чувствительность реакции составила 10 копий генома на объём реакционной смеси.

Ключевые слова: вирус лейкоза крупного рогатого скота, полиморфизм ДНК, олигонуклеотид, амплификация, индикация

Определение наличие инфекционного процесса у восприимчивого организма возможно по средствам выявления либо непосредственно самого патогена (либо его части) либо в результате определения иммунного ответа на присутствие антигенов искомого патогена. Каждый из подходов имеет ряд особенностей и множество подходов к достижению цели. Одним из способов, указывающих на наличие в исследуемом материале искомого патогена, характеризующийся наиболее высокими показателями специфичности и чувствительности, является определения наличия маркерных нуклеотидных последовательностей генетического материала искомого патогена. Самым популярным и экономически оправданным методом в данном случае является полимеразная цепная реакция, особенно популярным подходов этой реакции является применение технологии TaqMan [1, 2].

Благодаря особенностям ретровирусов появляется возможность индикации нуклеиновых кислот этих РНК-содержащих вирусов, не прибегая к предварительной реакции обратной транскрипции, так как генетический материал ретровирусов, после попадания в организм восприимчивого организма переходит в форму провирусной ДНК, в составе генетического материала самого инфицированного организма. В рамках представленного исследования выполнен анализ генома и дизайн олигонуклеотидных затравок для индикации провирусной ДНК вируса лейкоз крупного рогатого скота [3, 4].

Крупный рогатый скот подвержен инфицированию такими ретровирусами как лейкоз и иммунодефицит крупного рогатого скота, при этом первое заболевание приобрело на столько широкое распространение, что число случаев заболевания крупного рогатого скота данным заболеванием превосходит суммарное число случаев заболевания крупного рогатого скота всему другими инфекционными заболеваниями [5].

Величина генома вируса лейкоза крупного рогатого скота не превышает 9000 нуклеотидов [6], что с одной стороны осложняет анализ их генома так как сужает рамки возможности выявления консервативного участка нуклеотидной последовательности, при общей высокой степени вариабельности генома, а с другой стороны, данное обстоятельство позволяет представить полную картину полиморфизма генома вируса, среди имеющихся полногеномных нуклеотидных последовательностей. Для выравнивания полногеномных нуклеотидных последовательностей были загружены следующие геномы, представлены GenBank ID вирусов: AB987702, AP018006, AP018007, AP018008, AP018009, AP018010, AP018011, AP018012, AP018013, AP018014, AP018015, AP018016. AP018017, AP018018, AP018019, AP018020, AP018021, AP018022, AP018023, AP018024, AP018025, AP018026, AP018027, AP018028, AP018029, AP018030, AP018031, AP018032, EF600696, FJ914764, HE967301, HE967302, HE967303, LC005616, LC080651, LC080652, LC080653, LC080654, LC080655, LC080657, LC080658, LC080659, LC080660, LC080661, LC080662, LC080663, LC080664, LC080665. LC080666, LC080667, LC080669, LC080670, LC080671, LC080672, LC080673, LC080674, LC080675, LCI54848, LC154849, LCI64083, LC164084, LC164085, LC164086, MF580992, MF580993, MF580994, MF580995.

В целом степень полиморфизма генома вируса лейкоза крупного рогатого скота, согласно выравниванию полногеномных нуклеотидных последовательностей 67 штаммов вируса представлена ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Степень идентичности ДНК вируса лейкоза крупного рогатого скота

Область выравнивания нуклеотидной последовательности	Идентичность последовательности, %	Область выравнивания нуклеотидной последовательности	Идентичность последовательности, %
Весь геном	82,7	Long terminal repeat	87
Ген gag	82,9	Ген tax	82,6
Ген pro	82,7	Ген env	84,1
Ген pol	84,7	Ген rex	83,4

Так, ориентируясь на нуклеотидную последовательность изолята JOTK вируса лейкоза крупного рогатого скота (GenBank ID AB987702), в результате выравнивания нуклеотидных последовательностей целевых вирусов определены наиболее консервативные локусы, локализованные в позициях: 196-315 п.о. (рисунок 1А, идентичность последовательности 90,8%), 2276-2445 п.о. (рисунок 1Б, идентичность 90,5%), 4485-4627 п.о. (рисунок 1В, идентичность 91,8%), 4558-4710 п.о. (рисунок 1Г, идентичность 96,1%), 6414-6550 п.о. (рисунок 1Д, идентичность 81%) и 7237-7358 п.о. (рисунок 1Е, идентичность 95,8%).

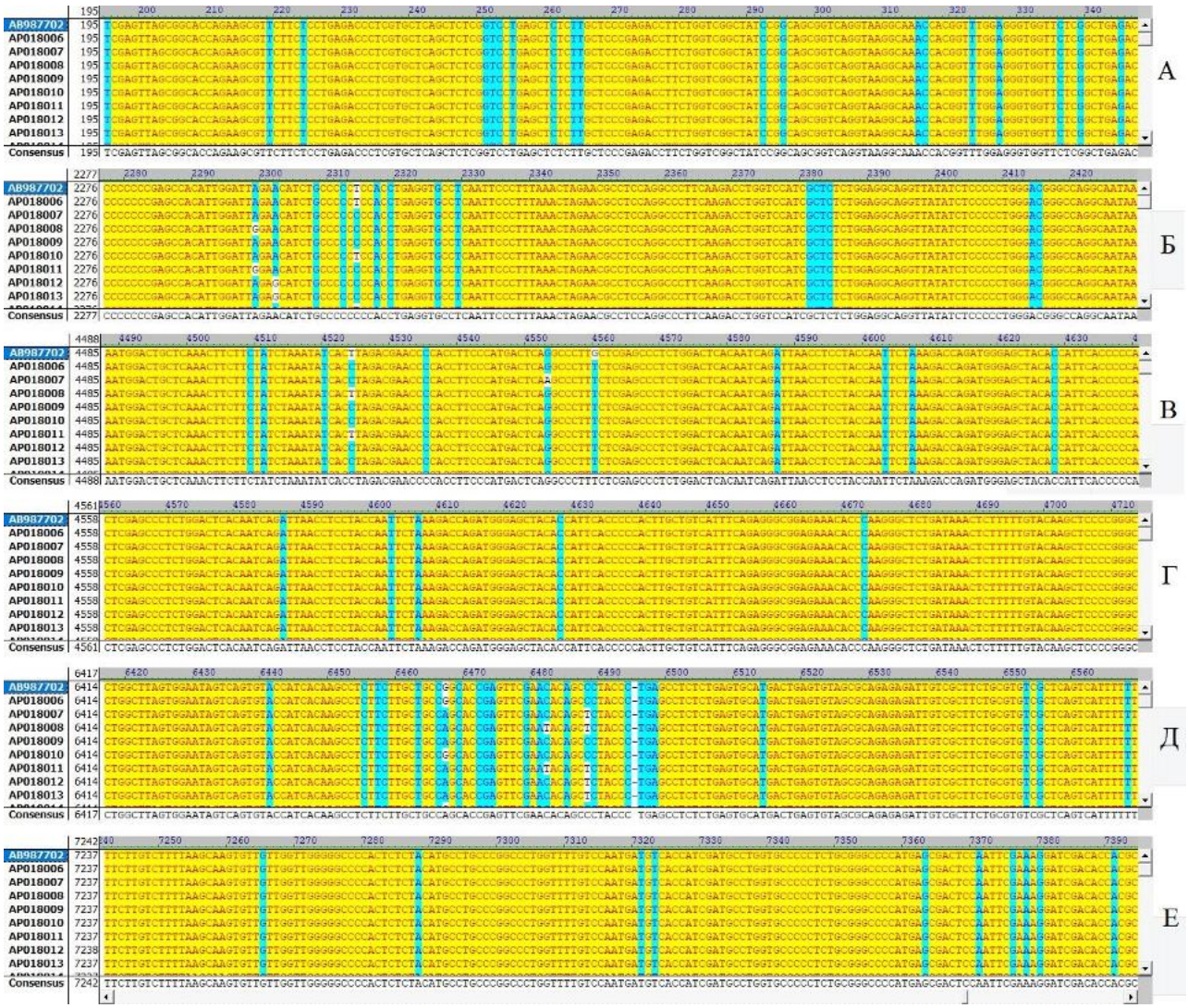


Рисунок 1 – Выравнивание нуклеотидных последовательностей генома различных штаммов и изолятов вируса лейкоза крупного рогатого скота

Примечание: А-Е различные локусы нуклеотидной последовательности выравненных геномов, характеризующиеся минимальным полиморфизмом

Желтым цветом обозначены гомологичные нуклеотиды, другими цветом обозначены области полиморфизма. На основании полученных результатов удалось идентифицировать шесть локусов с минимальным полиморфизмом нуклеотидов, в области которых возможен дизайн олигонуклеотидных затравок. BLAST-анализ данных участков указал на высокий потенциал для дальнейшей работы локуса локализованного в позиции 2276-2445 п.о. (GenBank ID AB987702), который заключался в выявлении максимального количества выявляемых изолятов и штаммов вируса и отсутствием гомологий у гетерологичных организмов. Указанный локус представлен в пределах гена «*pol*».

Исходя из вариабельности нуклеотидных последовательностей выбранного региона анализируемых штаммов, сконструированы олигонуклеотидные праймеры и зонды (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика разработанных олигонуклеотидов для амплификации ДНК провируса лейкоза крупного рогатого скота

Обозначение олигонуклеотидов	Характеристика (нуклеотидная последовательность)
BLV pol F	caattccctttaaactagaacgcctcc
BLV pol R	tcgtaggtcatgcacaaacctcca
BLV pol P	(ROX)ccaggcaataatccagtcttcccggt(BHQ2)

Ожидаемый продукт амплификации на ДНК-матрице гена «*pol*» с отображением локализации места отжига каждого праймера и зонда представлен на рисунке 2.

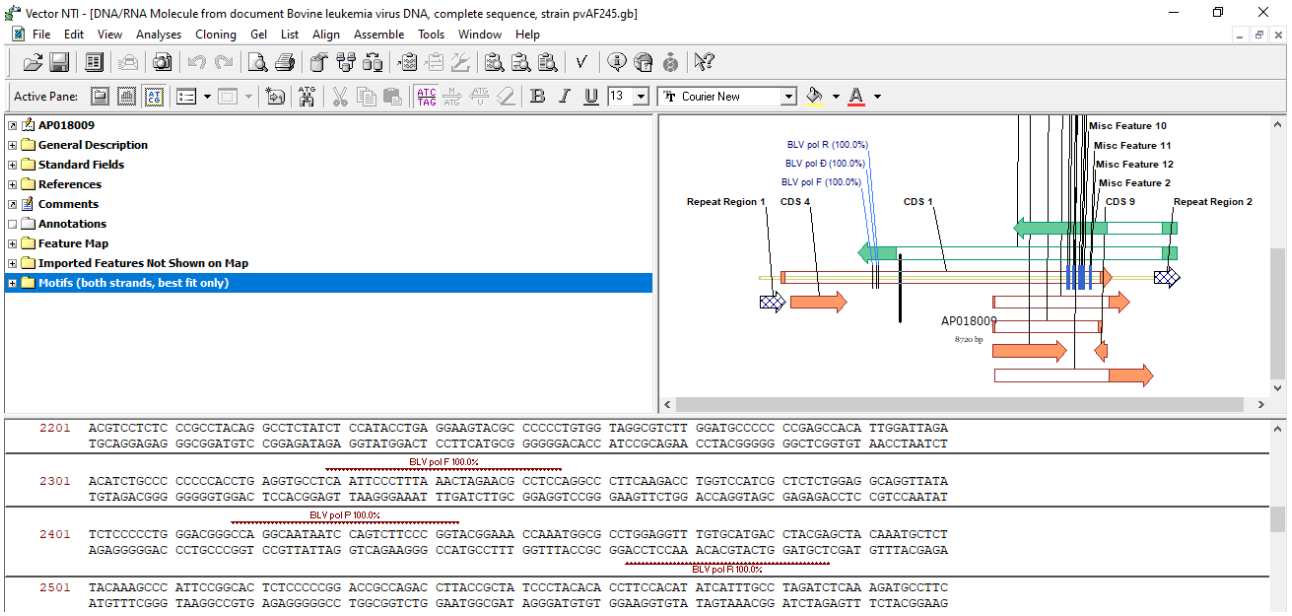


Рисунок 2 – Локализация олигонуклеотидов на нуклеотидной последовательности участка генома вируса лейкоза крупного рогатого скота

ПЦР в режиме реального времени проводили в реакционной смеси объемом 20 мкл, включающей 10-кратный ПЦР буфер (ЗАО «Синтол», г. Москва) – 2 мкл; 2,5 мМ смесь нуклеозидтрифосфатов (ЗАО «Синтол», г. Москва) - 2 мкл; 25 мМ раствор $MgCl_2$ (ЗАО «Синтол», г. Москва) - 2 мкл; 10 рМ растворы прямых и обратных праймеров, ПЦР-зонда по 0,5 мкл каждого олигонуклеотида; Taq полимераза 0,5 ед/мкл – 0,5 мкл; воды деионизированной – 2 мкл; раствор выделенной ДНК (матрица) – 10 мкл. Температурно-временной режим амплификации на амплификаторе CFX 96 (Био-Рад, США) был: 1-й цикл 95℃ - 3 мин; 2-й цикл 95℃ - 15 сек; 61℃ - 30 сек. 2-й цикл был повторен 42 раза. Флуоресценция детектировалась по каналу ROX на втором цикле амплификации (при температуре 61℃). Результаты интерпретировали по факту наличия/отсутствия пересечения кривой флуоресценции порогового уровня, который устанавливается автоматически, в программном обеспечении прибора.

Для контроля амплификации созданы искусственные нуклеотидные последовательности, которые были клонированы в плазмидный вектор pAL2T по нашему заказу в ЗАО «Евроген», нуклеотидная последовательность маркерного локуса для контроля амплификации гена «*pol*» вируса лейкоза крупного рогатого скота была следующей «caattccctttaaactagaacgcctccaggcccttcaagacctggtccatcgctctctggaggcaggttatatctccccctgggacgggccaggcaata atccagtcttcccggtacggaaaccaaatggcgcctggaggtttgtgcatgacctacga».

Для определения оптимальных параметров полимеразной цепной реакции исследованию подвергли образцов крови крупного рогатого скота (содержащие и не содержащие соответствующую провирусную ДНК), культуру клеток FLK-BLV и гетерологичные образцы, что позволило получить следующие результаты: оптимальная температура отжига праймеров составила 61 ℃, соответственно указанная выше программа амплификации оптимальна и для анализируемой праймерной комбинации, чувствительность реакции составила 10 копий генома на объём реакционной смеси, из выше указанной маркерной панели для определения чувствительности положительная реакция определена лишь с образцами ДНК FLK-BLV, что указывает на специфичность праймерной комбинации, исследования образцов крови от крупного рогатого скота позволили выявить искомую провирусную ДНК вируса лейкоза крупного рогатого скота в 27 пробах из 73 исследуемых образцов. Результат ПЦР с использованием разработанных праймеров и зонда соответствовал результатам амплификации с применением коммерческих наборов производства ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» и ООО «ИнтерЛабСервис».

Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение от 22.12.2025 № 4/2025-ПД-ВНИВИ).

Список литературы

1. Синтез TaqMan-зондов с использованием бисфосфорамидита цианинового красителя Cy3 / В. А. Рябинин, Е. В. Костина, Г. А. Максакова, А. Н. Синяков // Биоорганическая химия. – 2016. – Т. 42, № 1. – С. 122. – DOI 10.7868/S0132342315050139.
2. SNP идентификация штаммов Mycobacterium tuberculosis методом TaqMan ПЦР / С. Н. Жданова, И. Г. Кондратов, О. Б. Огарков [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2025. – Т. 180, № 10. – С. 461-468. – DOI 10.47056/0365-9615-2025-180-10-461-468.
3. Результаты сравнительных диагностических исследований крови и молока на лейкоз, с использованием РИД и ПЦР / С. В. Ларионов, Е. С. Почепня, В. А. Агольцов [и др.] // Научная жизнь. – 2023. – Т. 18, № 5(131). – С. 812-818. – DOI 10.35679/1991-9476-2023-18-5-812-818.
4. Обнаружение провирусной ДНК вируса лейкоза крупного рогатого скота методом ПЦР / И. Э. Гафарова, Е. С. Лисицына, Ю. А. Савочкина [и др.] // Ветеринария. – 2020. – № 2. – С. 20-26. – DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.2.20-27.
5. Аналитический ежеквартальный, с нарастающим итогом отчет по эпидситуации в стране (по данным Департамента Ветеринарии МСХ). Отчеты по эпидситуации в стране на 2021 год. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Электронный ресурс. Точка доступа: https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/files/iac/2022/2021_31_12_godovoy_otchet.pdf (обращение на 03.02.2024г.).
6. Фоменко, О. Ю. Структурные характеристики генома вируса лейкоза крупного рогатого скота: мини-обзор / О. Ю. Фоменко // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 3. – С. 283-287. – DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-3-283-287.

УДК 619:616:995

Иванова В.И.
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРИХИНЕЛЛЁЗА

Аннотация. В настоящее время трихинеллёз остаётся актуальным природно-очаговым зоонозом и фактором риска для безопасности мясного сырья и продукции. В данной статье представлены результаты анализа эпизоотической ситуации по трихинеллёзу в Российской Федерации по зарегистрированным очагам трихинеллёза на основе данных Россельхознадзора за 2023-2025 гг. Проведена оценка межгодовой динамики и сезонных колебаний очагов, выявлены периоды повышенной напряжённости. Полученные результаты могут использоваться для риск-ориентированного планирования ветеринарно-санитарной экспертизы и мониторинга, включая усиление контроля в наиболее неблагополучные месяцы.

Ключевые слова: трихинеллёз, эпизоотическая ситуация, природно-очаговые болезни, ветеринарно-санитарная экспертиза, безопасность мяса.

Трихинеллёз – инвазионная, социально-значимая зоонозная болезнь всеядных животных, в том числе свиней, плотоядных животных, лошадей, а также грызунов, имеющая широкое распространение и передается алиментарным путем [5, 8]. Как отмечается в материалах международных и российских источников, трихинеллёз рассматривается как инвазия, возбудителем которой являются нематоды семейства Trichinellidae рода Trichinella, передача возбудителя осуществляется через трупы восприимчивых животных, мясо и иные продукты убоя, отходы, полученные при переработке сырья животного происхождения, с живыми личинками возбудителя, требующая системного анализа и контроля факторов риска [6, 7, 8, 9]. Данные региональных исследований свидетельствуют о том, что трихинеллёз обладает свойством природно-очаговой обусловленности: циркуляция возбудителя поддерживается в природных биоценозах за счёт диких млекопитающих, формирующих резервуар инвазии [2]. В рамках прикладных профилактических мер приоритетное значение имеет обеспечение безопасности мяса и мясопродуктов, поскольку именно ветеринарно-санитарная экспертиза и лабораторный контроль позволяют предотвратить поступление потенциально опасного сырья в оборот [1,3].

Согласно публикациям, посвящённым организации ветеринарно-санитарной экспертизы при трихинеллёзе, в отечественной практике главными послеубойными методами остаются компрессорная трихинеллоскопия и переваривание в желудочном соке. При этом методическая корректность отбора проб и проведения исследования прямо влияет на выявляемость [1, 3]. Кроме того, как показано в работе А. В. Успенского и соавторов, учёт локализации личинок в мышцах и выбор диагностического подхода имеют практическое значение для повышения эффективности контроля [4].

С позиции риск-ориентированного управления, как подчёркивается в сводных отчётах по зоонозам, оценка временных трендов и сезонности используется для определения приоритетов надзора и профилактики. В российских условиях важным источником сопоставимой информации выступают официальные регистрационные данные [6, 7].

Цель данной работы – анализ эпизоотической ситуации по трихинеллёзу в Российской Федерации на основе зарегистрированных очагов трихинеллёза по данным Россельхознадзора за 2023-2025 гг. с оценкой межгодовой динамики и помесячного распределения регистраций.

Исследование выполнено на основе данных Россельхознадзора за 2023-2025 гг. по зарегистрированным очагам трихинеллёза. Проведено суммирование показателей по годам и месяцам, рассчитаны темпы межгодового изменения и вклад месяцев или кварталов в суммарный объём регистраций за период наблюдения.

По данным Россельхознадзора за период 2023-2025 гг. зарегистрировано 280 очагов трихинеллёза. Годовые итоги составили: 131 (2023 г.), 83 (2024 г.), 66 (2025 г.). В 2023 г. отмечен максимальный рост заражений, после чего в 2024-2025 гг. наблюдалось снижение по сравнению с пиковым уровнем. Для наглядного представления результатов построены годовые графики динамики по месяцам (рис. 1-3).

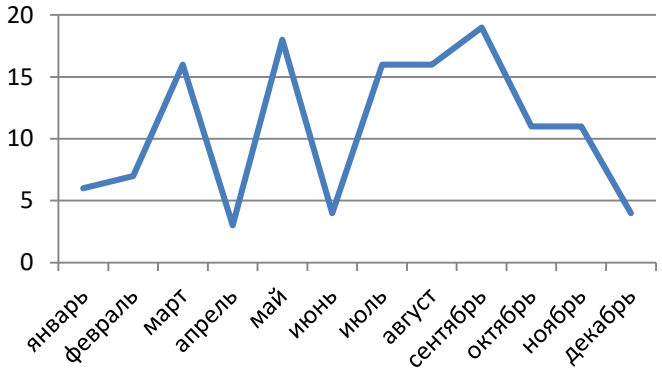


Рисунок 1 – Анализ динамики трихинеллёза в 2023 г.

2023 г. характеризовался максимальным уровнем вспышек за весь период и высоким уровнем в течение значительной части года. Подъёмы наблюдались в марте (16 очагов), мае (18 очагов), июле-сентябре (16, 16, 19 очагов), при снижениях в апреле и июне (соответственно по 3 и 4 очага). Расширение периода повышенных значений усиливает требования к системности ветеринарно-санитарной экспертизы и лабораторного контроля не только осенью, но и летом.

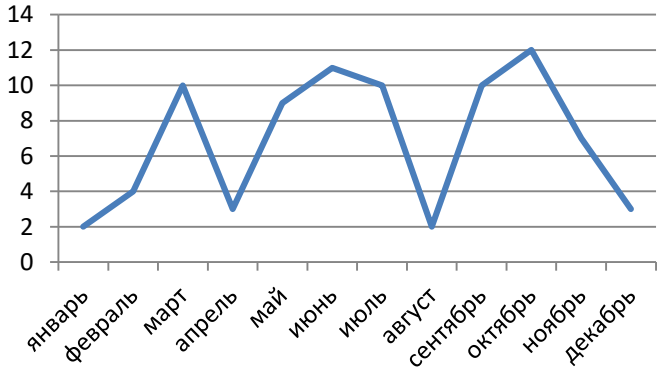


Рисунок 2 – Анализ динамики трихинеллёза в 2024 г.

В 2024 г. после пикового 2023 г. зафиксировано снижение общего числа очагов при более сглаженной помесячной динамике. Максимум пришёлся на октябрь (12 очагов) и июнь (11 очагов), минимальные значения отмечены в январе и августе (по 2 очага). Сохранение осеннего подъёма подтверждает устойчивость сезонного компонента и целесообразность усиления контроля в 3-4 квартале.

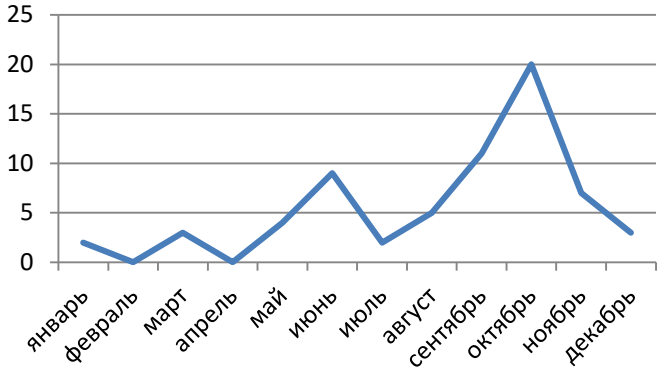


Рисунок 3 – Анализ динамики трихинеллёза в 2025 г.

В 2025 г. эпизоотическая обстановка характеризовалась выраженным осенним обострением. Наибольшее число очагов зафиксировано в октябре (20 случаев) — это максимум за весь анализируемый трёхлетний период. Помимо этого, повышенные значения регистрировались в сентябре (11 очагов) и июне (9 очагов). Выявленная закономерность указывает на необходимость концентрации ресурсов ветеринарно-санитарного контроля и лабораторного мониторинга в летне-осенние месяцы, когда объёмы поступающего мясного сырья и продукции существенно возрастают.

На основании вышеизложенного можно сказать, что по данным Россельхознадзора за 2023-2025 гг. зарегистрировано 280 очагов трихинеллёза. Годовые значения варьировали от 131 до 66, что указывает на выраженную межгодовую изменчивость эпизоотической ситуации. Анализ динамики по месяцам выявил устойчивую сезонность очагов трихинеллёза с концентрацией во втором полугодии, что составляет около 60%. Сезонный профиль во все годы указывает на концентрацию вспышек во втором полугодии, прежде всего в сентябре-октябре, при том, что в 2025 г. октябрьский пик был максимально выраженным. Рост очагов в 2023 г. может быть связан с природно-очаговой эпизоотологией трихинеллёза и ролью дикой фауны как резервуара инвазии. В 2025 году наоборот наблюдается снижение зарегистрированных очагов за исследуемый период, что обусловлено усилением мониторинга и лабораторного контроля, проводимого ветеринарными специалистами в виду опасности трихинеллеза для жизни и здоровья людей.

Таким образом, необходимо планировать усиление лабораторного контроля и ветеринарно-санитарных мероприятий в периоды потенциального роста поступления сырья и продукции повышенного риска, включая мясо домашних и диких животных, поступающего с территорий природных очагов. Роль дикой фауны как резервуара инвазии и важность контроля мясного сырья подчёркиваются как региональными эпизоотологическими исследованиями, так и работами, посвящённым методам послеубойной диагностики и организации ветеринарно-санитарной экспертизы при трихинеллёзе [1, 2, 5]. В соответствии с действующим ветеринарным законодательством Российской Федерации, все свиные туши подлежат обязательному исследованию на трихинеллёз и согласно Ветеринарных правил по результатам проведенных исследований мясо и продукты убоя при выявлении хотя бы одной личинки трихинеллы в исследуемых мышечных срезах, вне зависимости от её жизнеспособности, подлежат уничтожению [10]. Следовательно проведение мониторинговых и профилактических мероприятий, особенно в периоды обострения эпизоотической ситуации по трихинеллезу, должны осуществляться в строгом соответствии с требованиями действующей нормативно-правовой базы, регулирующей организацию ветеринарно-санитарной экспертизы и лабораторного контроля мясного сырья [9, 10]. В перечень важных профилактических мер входят: обязательное исследование мяса сельскохозяйственных и диких животных методом трихинеллоскопии, соблюдение санитарно-гигиенических нормативов на всех стадиях производства, переработки и реализации мясной продукции, а также исключение из товарооборота сырья без проведения ветеринарно-санитарной экспертизы. Последовательное выполнение предусмотренных требований составляет основу риск-ориентированного управления в области безопасности продукции животного происхождения и является необходимым условием минимизации случаев заражения трихинеллёзом.

Научный руководитель – Баранович Е.С., доцент

Список литературы

1. Немкова Н. П., Данилкина О. П. Трихинеллоскопия мяса домашних и диких животных и ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя // Вестник КрасГАУ. 2024. — № 9 (210). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/trihinelloskopiya-myasa-domashnih-i-dikih-zhivotnyh-i-veterinarno-sanitarnaya-otsenka-produktov-uboya.

2. Трухина Т. И., Бондаренко Г. А., Соловьева И. А. Эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация по трихинеллезу на территории Дальнего Востока // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2025. — № 2 (66). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/epizooticheskaya-i-epidemiologicheskaya-situatsiya-po-trihinellezu-na-territorii-dalnego-vostoka.
3. Успенский А. В., Скворцова Ф. К. Ветеринарно-санитарная экспертиза в системе мер борьбы с трихинеллезом // Российский паразитологический журнал. 2019. — № 1. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/veterinarno-sanitarnaya-ekspertiza-v-sisteme-mer-borby-s-trihinellezom.
4. Успенский А. В., Жданова О. Б., Андреянов О. Н., Написанова Л. А., Малышева Н. С. Трихинеллоскопия туш домашних и диких животных // Российский паразитологический журнал. 2021. — № 3. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/trihinelloskopiya-tush-domashnih-i-dikih-zhivotnyh.
5. Каграманова С. Ю., Возгорькова Е. О. Трихинеллёз – современное состояние проблемы // Научное обозрение. — 2019. — № 2. — С. 17–19.
6. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) : офиц. сайт. — URL: https://fsvps.gov.ru.
7. European Centre for Disease Prevention and Control. Annual epidemiological report for trichinellosis, 2022. — Stockholm : ECDC, 2023. — URL: https://www.ecdc.europa.eu.
8. European Food Safety Authority ; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2023 Zoonoses Report. — Parma : EFSA, 2024. — URL: https://www.efsa.europa.eu.
9. Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов трихинеллёза : Приказ Минсельхоза России от 26.03.2020 № 154: зарегистрирован в Минюсте России 27.04.2020 № 58221.
10. Об утверждении Ветеринарных правил убоя животных и Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя (промысла) животных, предназначенных для переработки и (или) реализации: Приказ Минсельхоза России от 28.04.2022 № 269: зарегистрирован в Минюсте России 02.06.2022 № 68718.

УДК 637.115.6

Нигматулин Г.Н., Спиридонов Г.Н., Евстифеев В.В., Махмутов А.Ф., Дуплева Л.Ш.
Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности, г. Казань

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КОРОВ МАСТИТАМИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема возникновения и распространения маститов у коров в условиях промышленного молочного скотоводства. Механизация доения коров позволила значительно ускорить процесс доения стада и снизить нагрузку на доярок, ставших операторами машинного доения. Вместе с тем, до 60 % существующих молочно-товарных ферм и комплексов оснащены оборудованием, основанном на поочередном попарном доении сосков вымени. Большинство инвесторов экономят на комплектацию базовых версий оборудования дополнительными опциями. Это приводит к развитию патологий молочной железы незаразной этиологии, а отсутствие возможности автоматической дезинфекции доильных стаканов после каждой коровы, способствует переносу не только условно-патогенной микрофлоры от больных животных к здоровым, но и распространению инфекционных болезней. В отличие от системы попарного доения сосков, использование современной системы синхронного доения всех сосков вымени коров в полуавтоматических доильных залах, насыщенных современными опциями лучших роботов, наиболее технологично. Несмотря на высокую стоимость, некоторые дополнительные опции этого оборудования созданы для повышения продуктивного долголетия коров, сокращение эксплуатационных расходов, сокращению срока окупаемости оборудования и повышение рентабельности производства молока. Авторами предложены комплексные меры профилактики, направленные на минимизацию травматизма вымени, повышение качества молока и продуктивного долголетия дойного стада. Представленные аналитические данные будут полезны не только техническим и зооветеринарным специалистам, но и инвесторам, планирующим организацию современных молочно-товарных ферм и комплексов.

Ключевые слова: молочное скотоводство, продуктивное долголетие стада, дистанционный мониторинг, иммунобиологическая реактивность, система доения, молокопровод, лактация, удой.

Огромным шагом в интенсификацию молочного скотоводства стало изобретение систем механизации процесса доения коров, которые привели к кардинальным изменениям условий содержания, кормления и эксплуатации дойного стада.

Появление в XX веке различных модификаций линейных молокопроводов в помещениях с привязным содержанием позволило примерно втрое ускорить процесс доения стада и вдвое снизить нагрузку на доярок, ставших операторами машинного доения, что соответственно сократило фонд заработной платы. При этом ответственность доярок за закреплёнными за ней коровами сохранялась. Появилась возможность группового, и даже индивидуального учета удоев и скорости молокоотдачи у животных. При соблюдении правил машинного доения, это также позволяло повысить качество продукции, снизив бактериальную обсеменённость молока и содержание в нём соматических клеток. Это также способствовало сохранению здоровья и снижению заболеваемости коров болезнями, вызываемыми условно патогенной микрофлорой. Дополнение линейных молокопроводов системой «Easy Line» от компании «De Laval» еще более упростило труд доярок, избавив их от переноса доильных аппаратов из моечной в коровник, и от коровы к корове, а оснащение доильных аппаратов системой «Duovac» позволило более бережно додаивать коров при пониженном уровне вакуума. Однако эта система не прижилась на молочно-товарных фермах вследствие увеличения продолжительности доения, а её отключение вызвало увеличение заболеваемости коров маститами.

Конец XX - начало XXI века ознаменовались переводом скота на беспривязное содержание. Концентрация животных на малых площадях с изменением условий кормления и удаления навоза, наряду с модернизацией процесса доения и повышением эффективности производства, привела к изменению микробного пейзажа молочно-товарных ферм. В период адаптации животных и персонала к новым условиям стали чаще диагностировать маститы, эндометриты и болезни пальцев и копытец, вызываемые условно-патогенными микроорганизмами. Сравнение микробного пейзажа, выделенного при маститах, эндометритах и болезнях дистальных отделов конечностей показало сходство их видового состава и этиологическую общность этих болезней.

Сравнивая преимущества и недостатки привязного и беспривязного содержания коров, следует отметить, что срок хозяйственного использования коровы при привязном содержании может достигать 18 лактаций при средней продолжительности 10,2 лактаций. При беспривязном содержании средняя продолжительность жизни коровы на комплексе составляет в среднем 2,4 лактации. Таким образом, содержание коров одинакового уровня продуктивности позволяет получить от одной коровы за её пожизненную лактацию до 100 тонн молока при привязном содержании, и не более 25 тонн молока - при беспривязном.

Для обеспечения нормального зоотехнического регулирования численности и продуктивности коров на ферме, необходимо ежегодное обновление поголовья на уровне 35 %, проводимое за счет выбраковки старых, больных, яловых и низкопродуктивных животных с одной стороны и ввода нетелей, с другой стороны. Это достижимо при средней продолжительности хозяйственного использования коров на уровне 3,7 лактаций. Таким образом, при беспривязном содержании молочных коров неизбежны дополнительные расходы на приобретение нетелей из племенных хозяйств.

Сама идея беспривязного содержания родилась в странах с дефицитом сельскохозяйственных угодий и пастбищ, и была основана на предоставлении животным свободы перемещения в помещении, что в теории должно было положительно отразиться на здоровье коров. В действительности, дефицит активного моциона, свежего воздуха и естественного освещения, высокая скученность животных, бетонные полы, отсутствие выгульных площадок и культурных пастбищ на прифермских территориях, привели к снижению естественной резистентности и иммунобиологической реактивности коров, их преждевременной вынужденной выбраковке из основного стада. Между тем, наука и опыт многих животноводческих хозяйств большинства регионов России показывает, что есть один технологический прием увеличения продолжительности хозяйственного использования коров – это использование оздоровительного эффекта содержания животных в летний период на искусственных прифермских пастбищах. По данным ВНИИ лугопастбищного хозяйства РАН, использование искусственных пастбищ в летний период позволяет увеличить продуктивное долголетие коров в 2,5 раза.

Есть у системы беспривязного содержания и доения в доильных залах и множество неоспоримых преимуществ. С их внедрением в молочно-товарное производство отпала необходимость закрепления коров за доярками, резко сократилось количество требуемых доярок. Появилась возможность кормления коров монокормом, а точнее полносмешанными рационами, состав которых регулируется в зависимости от продолжительности доения и физиологического состояния животных. Дистанционный мониторинг местонахождения любого животного на территории мегафермы с системой выявления стадии возбуждения полового цикла, учета продолжительности кормления, отдыха, кормления и даже жвачки у коров, аппаратное отслеживание отдельных показателей его здоровья (например, температуры тела, частоты дыхания, пульса, руминации) с передачей информации на смартфоны специалистов повысило контролируемость дойного стада [7].

Беспривязная система содержания стала своего рода двигателем прогресса в системе доения коров. Появилась возможность группового доения коров в доильных залах типа «Ёлочка», «Параллель», «Параллель-Свинговер», «Карусель» с различной компоновкой технологического

оборудования, программным обеспечением учета количества и некоторых показателей качества молока [6]. Среди производителей оборудования для доильных залов лидирующие позиции заняли компании DeLaval (Швеция), GEA Farm Technologies (Германия), SAC (Дания), Baumatic (Бельгия), SCR, Afimilk (Израиль).

Система доения, разработанная в этот период, характеризовалась попарным выдаиванием сосков вымени, названная системой 2х2. Эта система позволяет поочерёдно выдаивать правую и левую стороны вымени до достижения критического значения скорости молокоотдачи. При этом передние доли вымени выдаиваются быстрее, а задние – при прекращении молокоотдачи из передних долей вымени, требуют от оператора так называемого «машинного додаивания» задних долей вымени [3, 9].

При использовании этой системы важно, чтобы доильный аппарат устанавливался на вымя коровы так, чтобы вакуум поступал к доильным аппаратам строго справа и слева, а его шланги подходили со стороны головы параллельно телу животного. В противном случае, если аппарат надет не вдоль тела, а поперек него, вакуум будет поступать спереди и сзади, способствуя «передаиванию» одного из передних сосков до крови, и «недодаиванию» одного из задних сосков. Особенно часто этим пренебрегают доярки при доении в доильных залах типа «Ёлочка» и «Карусель» с «внутренним» доением коров из-за неудобства установки доильного аппарата в правильном положении. Животные, получившие при этом стресс, снижают молокоотдачу, а оборудование выдает ошибочные показатели удоя. Таким образом создаются предпосылки для развития геморрагического мастита в передних долях вымени и гнойно-катарального мастита – в задних. При малейшем износе резины доильных стаканов и небольших скачках уровня вакуума у более, чем 20 % коров аппараты спадают во время доения и их приходится мыть, дезинфицировать (при отсутствии контроля доярки этого не делают) и надевать снова. Несвоевременная плановая замена молочных шлангов и сосковой резины, неправильная установка вакуумных насосов, отсутствие текущей регулировки длины или замены вакуумных шлангов, также приводит к развитию воспалительных процессов в молочной железе. Как следствие, контаминирование лежаков и проходов гнойными выделениями из поражённого маститом вымени приводит к увеличению заболеваемости органов дыхания и пищеварения, гениталий и дистальных отделов конечностей у коров [3, 8].

Отсутствие системы дезинфекции, промывки и продувки доильных аппаратов после каждой коровы в оборудовании перечисленных производителей приводит к тому, что при лечении больных животных приходится создавать дополнительные технологические группы животных – «маститную», «копытную» и «эндометритную», так как молоко от них, вследствие проводимого лечения становится нетоварным из-за высокого содержания в нём антибиотиков. Доить эти группы приходится в последнюю очередь, а так как рацион этих групп обеднен (вследствие потери продуктивности), усреднен для всех животных, попавших в курируемую группу, и не соответствует потребностям животных, то и восстановления продуктивности после лечения не наступает из-за кормового стресса, зачастую происходит преждевременное прекращение лактации (самозапуск).

Несовершенство доильного оборудования, которым остаются оснащенными до 60 % молочно-товарных ферм и комплексов по всему миру, приводит к многим патологиям незаразной и заразной этиологии (маститу, болезням конечностей и др.), потере здоровья и продуктивного долголетия дойного стада в целом [1, 2, 4].

Вместе с тем, следует отметить, что в настоящее время имеются более современные системы доения: роботы-дояры и полуавтоматические доильные залы, однако переоснащение ферм этим оборудованием сдерживается высокой стоимостью как нового, так и уже действующего устаревшего оборудования с достаточно длительным сроком окупаемости.

Применение роботов достаточно эффективно для стад до 350 - 400 голов, так как роботы разных производителей способны обслуживать от 60 до 85 голов. При этом в помещении с одним кормовым проходом можно разместить не более 4 - 6 роботов, что приводит к неэффективному использованию площади помещений. Все технологические процессы, связанные с доением здесь автоматизированы. Однако, о полной замене человека в процессе доения говорить, к сожалению, не приходится по ряду причин. Докорм коров производится роботом авансировано, чтобы завлечь коров в доильный станок. При этом из-за естественной иерархии, доминирующие коровы препятствуют проходу слабых новотельных животных к узлам авансированного кормления и доения. Таким образом, как правило, 10-15 % самых высокопродуктивных коров, не ходит доиться на роботе самостоятельно. Таких животных приходится выявлять по компьютеру, отыскивать в группе и приводить на дойку принудительно. При поголовье в 350 дойных коров приходится искать около 40 коров по 2 раза в день. Только эта работа требует иметь уже как минимум двух дополнительных скотников. На практике, слабых животных находят и водят на дойку крайне нерегулярно, что приводит к их преждевременному запуску. За работой робота нужно постоянно внимательно следить и вносить коррективы, вследствие значительной разницы в строении и функциональных особенностях вымени у разных коров, особенно при появлении не знакомых роботу травм и воспалительных процессов. Следовательно, необходимо обеспечивать круглосуточное дежурство высококвалифицированного

оператора в помещении, а это при трёхсменной работе ещё минимум 4 высокооплачиваемые штатные единицы.

Таким образом, практика показала, что оснащение роботами-доярами молочных комплексов на 1000 и более коров экономически не оправдано, так как расходы на строительство помещений, приобретение и эксплуатацию роботов не окупаются продукцией даже при использовании высокопродуктивного поголовья специализированных молочных пород коров.

В настоящее время около 40 % молочно-товарных ферм во всём мире переоснащено полуавтоматическими доильными залами, и их доля постоянно растёт. Это оборудование на сегодняшний день производится в Ирландии (Dairymaster), Великобритании (Fullwood) и Беларуси (Unibox). Оно характеризуется использованием системы доения с одномоментным сжатием или релаксацией всех четырёх сосков (так называемой системы 4х0). Благодаря уникальному профилю вакуума в доильном аппарате, имитирующем процесс сосания вымени теленком, увеличивается скорость молокоотдачи до 20 % и скорость доения коровы до 4-5,5 минут. При этом щадящее доение, в комплексе с автоматической дезинфекцией, промывкой и продувкой доильных аппаратов после каждой коровы, возможностью автоматической диагностики маститов и отведения нетоварного молока в отдельную молочную линию в процессе доения, позволяют доить и лечить заболевших животных, не изолируя их в отдельные технологические группы «лечения антибиотиками» или «ожидания вывода антибиотиков», сохраняя сложившуюся иерархию в стаде, привычный рацион кормления, способствующих восстановлению молочной продуктивности коров на 95 % и предотвращению их преждевременного запуска.

При комплектации доильного зала системой докорма, она подключается к системе управления доильным залом посредством встроенного высокоскоростного коммуникационного интерфейса. Работа с программой включает в себя множество преимуществ, облегчая расчет количества кормов и их автоматическое распределение. Расчет рационов может производиться на основе заданных пользователем параметров, в зависимости от удоя, массы тела или периода лактации. При этом в доильном зале типа «Карусель» можно использовать до 4 разных рецептов комбикормов и добиваться нужных показателей для каждого животного.

После подсоединения доильного аппарата к вымени коровы, система выдает оставшуюся часть корма, что способствует спокойному состоянию коровы во время доения. Нашими исследованиями подтверждено, что докармливание во время доения способствует повышению уровня окситоцина в крови коров, увеличивающего скорость и полноту молокоотдачи. При беспривязном содержании индивидуальный докорм может производится не только в доильном зале, но и в секции на основании автоматического определения индивидуальной потребности коровы в концентратах по удою и состоянию здоровья [5].

Одной из самых интересных особенностей полуавтоматических доильных залов с системой автоматического докорма является использование «аппетайзера». При входе каждой коровы в доильный зал, в кормушку ее стойла подается небольшое количество корма, что ускоряет загрузку зала и отпадает необходимость приобретения и установки подгонных ворот, так как коровы выстраиваются в очередь за лакомством.

При доении в полуавтоматических доильных залах вся группа животных выводится на дойку одновременно – ни одна корова не пропускается. С этой задачей легко справляется один скотник, который, пока коровы доятся в зале, еще спокойно успевает привести в порядок лежаки к моменту возвращения животных в коровник. Работа оператора машинного доения сводится только к надеванию доильного аппарата на вымя. Для доения в доильном зале «Карусель» достаточно одной доярки.

Все остальные операции «умный» зал производит самостоятельно. Эта операция занимает в доильном зале 3-5 секунд, тогда как у робота автоматическая установка доильного стакана на сосок вымени может занимать от 30 секунд до 10 минут.

К преимуществам полуавтоматических доильных залов можно также отнести то, что в этих, свиду обычных доильных залах, получили применение технологии лучших роботов: продувка, промывка и дезинфекция доильных стаканов после каждой коровы, препятствующие переносу инфекции в процессе доения, отводная линия для нетоварного молока, отсутствие необходимости создания маститной группы и группы ожидания (по антибиотикам), автоматическое определение скрытых форм мастита в процессе доения и моментальное отсечение его в отводную линию, возможность автоматического разделения товарного молока на жирное и белковое, автоматическая обработка вымени после доения в стойле или (и) в селекционных воротах, регулируемая высота пола для доярок разного роста, возможность разделения (драфтинга) животных после доения на 2 или 3 направления, автоматическое взвешивание в селекционных воротах и регистрация веса в программе учета удоев, охлаждение молока до +4 ^{o}C в потоке – до танка-охладителя с возможностью рекуперации тепла (экономия электроэнергии), дистанционное управление селекционными воротами и работой танка-охладителя со смартфона, автоматическое удаление навоза, промывка и дезинфекция стойл в доильном зале и пола в накопителе.

Вместе с тем, организация и использование культурных пастбищ с высокоурожайным травостоем на прилегающих к молочно-товарным фермам и комплексам сельскохозяйственных угодьях, особенно для сухостойных, новотельных и раздаиваемых коров, позволило бы не только сохранить здоровье, но и увеличить продолжительность хозяйственного использования высокопродуктивных животных.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что система доения коров 4х0 в полуавтоматических доильных залах, насыщенных современными опциями, при комбинированном беспривязно-выгульном содержании наиболее технологична и комфортна не только для персонала, но и для коров, т.к. она максимально приближена к кормлению телёнка в естественных условиях. Увеличение надоев, получение более 90 % молока евро-сорта, сокращение численности обслуживающего персонала, сохранение здоровья коров существенно сокращают срок окупаемости оборудования и увеличивают рентабельность производства молока. При использовании этой системы значительно снижаются случаи заболевания коров болезнями вымени, половых органов и конечностей, вызываемыми условно патогенной микрофлорой (бактериями кишечной группы, стафилококками, стрептококками, анаэробами и микромицетами), что позволяет сохранить здоровье лактирующих коров и повысить их продуктивное долголетие.

Список литературы

1. Анакина, Ю. Г. Причины и пути предупреждения болезней конечностей у скота в условиях интенсивной технологии: Обзор иностранной литературы // Ю. Г. Анакина // Ветеринария. - 1989. - № 4 - С. 68-70.
2. Остякова, М. Е. Лечение клинических форм мастита с применением гомеопатического препарата "МАСТИНОЛ-ФОРТЕ" / М. Е. Остякова, К. С. Косицына // Ветеринарный врач. - 2024, № 2. С. 29-33.
3. Петкевич, Н. Продолжительность продуктивного использования коров и причины их выбраковки / Н. Петкевич // Молочное и мясное скотоводство. - 2003. - № 1. - С. 15-17.
4. Результаты испытания лечебной эффективности алтавим цекролита при маститах у коров / Г. Н. Спиридонов, А. Ф. Махмутов, А. Г. Спиридонов, О. В. Шлямина, М. А. Косарев, А. А. Саматова // Ветеринарный врач. - 2021. - № 3. - С. 57-65.
5. Сельцов, В. И. Продуктивное долголетие - комплексный показатель селекции КРС / В. И. Сельцов // Продуктивное долголетие КРС. – Дубровицы - 2012. - С. 6-17.
6. Скоркин, В. К. Резервы повышения производительности труда за счет автоматизации подготовительно-заключительных операций при доении коров / В. К. Скоркин // Вестник ВНИИМЖ. - . 2015. -. № 3 (19). - С. 62-68.
7. Тихомиров, И. А. Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин, В. П. Аксенова, О. Л. Андрюхина // Ежеквартальный научный журнал «Вестник ВНИИМЖ». - № 1 (21). - 2016. - С. 64-72.
8. Edmond Harty. Association of time and intensity of behavioral alerts with milk yield. Conference Paper. Sep. 2019. P. - 439-443.
9. Edmond Harty. Automatic Cattle Monitoring Systems for Precision Livestock Farming. August 2019. - P. 285-294.

УДК 619:616.98:579.8:636.22/.28+619:615.3

Спиридонов Г.Н., Махмутов А.Ф., Евстифеев В.В, Саматова А.А. Насертдинов Д.Д.
Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности, г. Казань

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ, ТЕРАПИИ И ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ ТЕЛЯТ

Аннотация. Анаэробная энтеротоксемия относится к токсико-инфекционным заболеваниям сельскохозяйственных животных. В статье приведены данные о культурально-морфологических, биологических свойствах возбудителей болезни – бактерий Cl. perfringens. У телят анаэробную энтеротоксемию чаще вызывают возбудители серотипов А, С и D. Возникновению болезни способствует нарушение условий содержания и кормления. Энтеротоксемия у телят, вызванная типом А, может возникать без заноса инфекции извне. Болезнь развивается в результате интенсивного размножения бактерий в тонком и толстом отделах кишечника, накопления выделяемого ими токсина в содержимом кишечника и всасывания его в кровь. Источник возбудителя инфекции - больные животные и бациллоносители, которые контаминируют почву, подстилку, предметы ухода. Диагноз на инфекционную энтеротоксемию считают установленным при обнаружении токсина в фильтрате содержимого тонкого отдела кишечника биологическим методом, а также выделения из содержимого тонкого отдела кишечника возбудителя, продуцирующего токсин, тип которого устанавливают в реакции нейтрализации с типоспецифическими сыворотками. Приведены современные методы терапии и иммунопрофилактики анаэробной энтеротоксемии телят. Поскольку заболевание у телят часто протекает в острой и сверхострой формах, терапия болезни

бывает не всегда эффективна. Поэтому рекомендуется больше уделять внимание профилактике. Основными средствами борьбы при анаэробной энтеротоксемии является специфическая профилактика и иммунотерапия с применением моно-, ассоциированных вакцин и гипериммунных сывороток. Приведены основные биологические препараты, применяемые для этих целей, отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: анаэробная энтеротоксемия, возбудитель, *Cl. perfringens*, терапия, сыворотка, профилактика, вакцина.

Анаэробная энтеротоксемия **–** острое, токсико-инфекционное заболевание крупного рогатого скота, для которого характерны такие признаки как геморрагическое воспаление кишечника, поражение почек, нервной системы, явления токсемии. В связи с широким распространением и способностью клостридий длительное время сохранять жизнеспособность в окружающей среде, они представляют серьезную проблему для скотоводства [1-2]. К заболеванию наиболее восприимчивы новорожденные телята. Возбудителями болезни являются анаэробные бактерии *Cl. perfringens* серотипов A, B, C, D, E и F. Но наиболее часто у новорожденных телят энтеротоксемию взывают серотипы A, C и D, а у телят старшего возраста, находящихся на откорме, серотипы B, C, D. Болезнь сопровождается интенсивным размножением возбудителя в кишечнике и накоплением токсина. *Cl. perfringens* являются постоянными обитателями желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных, где они размножаются и вместе с фекалиями выделяются во внешнюю среду. *Cl. perfringens* – неподвижная толстая полиморфная палочка с закругленными концами длиной 3-8 мкм и шириной 0,9 - 1,3 мкм, в организме животных образуют капсулу, во внешней среде – споры. Споры могут сохраняться во внешней среде 20-25 лет. Споры серотипов B и D обладают относительно низкой термоустойчивостью, погибают при кипячении в течение 20-30 минут. Споры типов A и C достаточно устойчивы к высокой температуре, выдерживают кипячение в течение 1-5 ч. Бактерии окрашиваются по Граму положительно, старые культуры могут окрашиваться грамотрицательно [4, 10].

Цель исследования – анализ современных методов диагностики, лечения и специфической профилактики анаэробной энтеротоксемии телят.

Возбудитель в организм восприимчивого животного, как правило, проникает алиментарным путем, обычно с кормом и водой, но в отдельных случаях, особенно у новорожденных телят, возможно проявление болезни и в виде эндогенной инфекции, развивающейся в результате нарушения условий кормления и содержания. В таких случаях возбудитель, имеющийся в желудочно-кишечном тракте животного, находит благоприятные условия для активного размножения и токсинообразования. Возникновению болезни способствует нарушение условий содержания и кормления. Энтеротоксемия у телят, вызванная типом A, может возникать без заноса инфекции извне. Типы C и D обычно служат причиной болезни у телят более старшего возраста (6-24 мес.), находящихся на пастбищном содержании или на откорме с высоким соотношением концентратов в рационе. Возникновению болезни у них способствует нарушение взаимоотношений между макроорганизмом и микроорганизмами, связанное с внезапной сменой рациона, перекармливанием и несоблюдением зоогигиенических условий содержания животных. Болезнь чаще регистрируют ранней весной в начале роста трав, чему способствует поедание травы вместе с инфицированной землей.

Источник возбудителя инфекции — больные животные и бациллоносители, которые контаминируют почву, подстилку, предметы ухода. В случае падежа животных споры клостридий попадают в почву и она становится фактором передачи возбудителя чувствительным животным. Обычно наиболее восприимчивыми бывают хорошо упитанные животные.

Болезнь обычно проявляется спорадическими вспышками и носит стационарный характер. Чаще болеют телята в возрасте от 1-5 дн. до 3-3,5 недель. Болезнь протекает остро, заканчивается летальным исходом через 2-6 ч после появления первых симптомов: повышения температуры тела, учащения пульса и дыхания, отказа от корма, вялости, острых колик, нарушения со стороны нервной системы. У отдельных телят регистрируют кровотечение из естественных отверстий, диарею с примесью крови, кал вначале желто-зеленого цвета, содержит пузырьки газа, а затем становится буро-коричневым. В области подчелюстного пространства, шеи, подгрудка, живота, спины, конечностей заметны инфильтраты в подкожной клетчатке. Животное погибает в коматозном состоянии. Иногда телята выздоравливают, но отстают в росте и развитии.

Трупы павших животных бывают вздуты и быстро разлагаются. Отмечают пенистые и кровянистые выделения из ротовой и носовой полостей. Видимые слизистые оболочки анемичные. На серозных оболочках, эндокарде левого желудочка, эпикарде и тимусе обнаруживают множественные точечные и пятнистые кровоизлияния. Возможен отек мозга. Основные изменения отмечают в брюшной полости, и зависят они от типа возбудителя, вызвавшего болезнь.

Для энтеротоксемии телят, обусловленной *C. perfringens* типа A, характерна анемичность подкожной клетчатки. В брюшной полости скапливается кровянистая жидкость. Слизистая оболочка

тонкого отдела кишечника бывает катарально воспалена, местами обнаруживаются кровоизлияния. Мезентериальные лимфатические узлы отечны, увеличенны в объеме. Печень кровенаполненна, увеличенна в объеме, дряблая. Легкие отечные, на эпикарде точечные кровоизлияния. В грудной полости присутствует жидкость красноватого цвета. Отмечается склонность к постоянным обильным кровотечениям, только у одних животных кровь выходит через естественные отверстия (рот, нос, анус), у других - в подкожную клетчатку и полости организма.

При энтеротоксемии, обусловленной типами В и С, обнаруживают множественные кровоизлияния в паренхиматозных органах, геморрагическое воспаление тонкой и подвздошной кишки с некрозами. Содержимое кишечника кровянистое. В почках и печени множественные петехии. В брюшной и грудной полостях скапливается избыточное количество жидкости красного цвета.

При болезни, обусловленной типом D, в основном отмечают катаральное воспаление кишечника с полосчатыми кровоизлияниями или без них. В редких случаях возможно размягчение почек. Наиболее выражены такие изменения, как значительная инъецированность кровеносных сосудов, отечность и увеличение брыжеечных лимфатических узлов, избыточное количество жидкости в брюшной и грудной полостях, дряблость и кровенаполненность печени, точечные кровоизлияния на сердце.

Диагноз устанавливают на основании эпизоотологических данных, клинической картины, патологоанатомических изменений и лабораторных исследований. Решающее значение при постановке диагноза имеет обнаружение токсина в кишечном содержимом и его типизация. Согласно методическим указаниям по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят предусматривается обнаружение и идентификация токсина в содержимом тонкого отдела кишечника в реакции нейтрализации на белых мышах. Параллельно проводят выделение и идентификацию возбудителя по тинкториальным, культуральным и токсигенным свойствам. Выделение и идентификацию штаммов *Cl. perfringens*, изучение их культуральных, морфологических, тинкториальных и биохимических свойства культур проводят по общепринятым методикам.

Разработана иммуноферментная тест-система для определения специфических антител к бактериям *Cl. perfringens* типов А, В, С, D и Е, позволяющая диагностировать анаэробную энтеротоксемию у больных не вакцинированных животных и контролировать напряженность иммунитета у вакцинированных животных [6, 8].

Лечение. Поскольку последствия анаэробной энтеротоксемии у телят часто летальные, а терапия из-за сверхострого и острого течения болезни малоэффективна, рекомендуется больше уделить внимание именно профилактике:

- изолирование больных животных в отдельные станки или клетки;
- повышенные требования к гигиене содержания – ежедневная сухая свежая подстилка, дезинфекция в присутствии животных, контроль за чистотой воды, комбикорма, молока;

- обязательная двухразовая термометрию всех «подозрительных» телят, что имеет большое диагностическое и терапевтическое значение;
- для лечения телят, больных энтеротоксемией, часто применяют те же препараты, что и при других формах диареи инфекционной этиологии;
- с появлением у телят первых признаков энтеротоксемии задачей ветеринарного врача является недопущение обезвоживания и здесь подойдет внутривенная, подкожная, внутрибрюшная и оральная компенсаторная регидратация. Следует всегда помнить, что заболевший теленок с симптомокомплексом диареи часто гибнет не от самой инфекции, а от сильного обезвоживания и интоксикации, поэтому первоочередной в терапии является именно правильная, своевременная регидратация – насыщение водой обезвоженного организма больного животного [9]
- антибактериальная терапия. Сами бактерии *Cl. perfringens* чувствительны к большинству антибиотиков (макролидам, препаратам тетрациклиного, пенициллиного ряда), но не стоит забывать, что антибиотики действуют на бактерии, а не на выделяемые ими токсины.

Хороший терапевтический эффект наблюдается при применении сыворотка антитоксическая против анаэробной дизентерии ягнят и энтеротоксемии овец на начальной стадии болезни. Сыворотка содержит антитела к *Cl. perfringens* типов В, С и D. В стационарно неблагополучных по анаэробной энтеротоксемии телят сыворотку следует вводит с профилактической целью всем новорожденным телятам через 1-2 дня после рождения. Сыворотку с профилактической целью вводят телятам внутримышечно в дозе, содержащей не менее 200 АЕ антитоксина соответствующего типа. У телят, привитых сывороткой с профилактической целью, иммунитет сохраняется в течение 14-18 дней. С лечебной целью сыворотку вводят внутримышечно в дозе 400-1000 АЕ (в зависимости от состояния больного животного). В случае необходимости сыворотку в указанных дозах вводят повторно. Эффективность лечения повышается, если одновременно с сывороткой применяют антибиотики и симптоматические средства.

Животные, переболевшие анаэробной энтеротоксемией, приобретают иммунитет, напряженность и длительность которого зависят от силы и тяжести перенесенной болезни. Основой

профилактики всех неонатальных и ранних постнатальных заболеваний у телят в том числе и энтеротоксемии, остается – своевременное выпаивание качественного молозива, в достаточном количестве, правильной температуры от вакцинированых взрослых коров, и независимо, благополучное предприятие или неблагополучное в отношении анаэробной энтеротоксемии телят. Поэтому решающим значением в профилактике энтеротоксемии телят будет правильное, полноценное и безопасное кормление в первую очередь стельных коров и обязательная их вакцинация против клостридиозов при одновременном соблюдении всех ветеринарно-санитарных и зоогигиенических правил по содержанию и уходу как коров, так и телят. Необходимо также иммунизировать всегда весь взрослый скот, а также и телят начиная с 2 - 4-недельного возраста. В стационарно неблагополучных хозяйствах рекомендуется применение антитоксических сывороток сразу же после рождения теленка для создания у него пассивного искусственного иммунитета [7].

Для специфической профилактики анаэробной энтеротоксемии крупного рогатого скота в Российской Федерации применяются вакцины отечественного и зарубежного производства.

Вакцина ТОКСИПРА ПЛЮС. Изготовлена из β- и ε-токсоидов *Cl. perfringens* типов B, C и D, α-токсоида *Cl. novyi* тип B, α-токсоида *Cl. septicum*, анакультуры *Cl. chauvoei*, токсоида *Cl. tetani* и вспомогательных компонентов: гидроксида алюминия 5 мг/см^3, тиомерсала 0,1 мг/см^3, воды для инъекций. **Вакцина предназначена для профилактики** энтеротоксимии, некротического гепатита, эмфизематозного карбункула и столбняка у крупного рогатого скота и откормочных телят; геморрагического энтерита, энтеротоксимии и столбняка у подсосных телят; инфекционной анаэробной дизентерии, геморрагического энтерита, инфекционной анаэробной энтеротоксимии, некротического гепатита, эмфизематозного карбункула и столбняка у половозрелых овец коз, ягнят, козлят. Взрослый крупный рогатый скот и телят на откорме вакцинируют вакциной Токсипра плюс в дозе 4 см^3 на животное с интервалом 20-25 дней. Ревакцинируют животных ежегодно однократно в дозе 4 см^3. Подсосных телят вакцинируют в дозе 2 см^3 с интервалом 20-25 дней.

Вакцина ИБСАКЛОС МАКС+Р. Вакцина изготовлена из бактерий и анатоксинов *Cl. chauvoei, Cl. septicum, Cl. novyi* типа А и В, *Cl. perfringens* типов А, С и D, *Cl. haemolyticum* (*novyi* D), *Cl. sordelli* и анатоксина *Cl. tetani, Pasteurella (Mannhemia) haemolytica* и *Pasteurella multocida,* инактивированных формальдегидом (не более 0,4%) с добавлением в качестве адъюванта гидроксида алюминия. Вакцина вызывает формирование иммунного ответа у жвачных животных против эмфизематозного карбункула, газовой гангрены, брадзота, злокачественного отека, некротического гепатита, энтеротоксемии, синдрома «размягченной» почки, столбняка, гемоглобинурии и пастереллеза через 14-28 суток после повторного введения продолжительностью не менее 12 мес. Вакцинации подлежат крупный рогатый скот овцы и козы. Вакцину вводят двукратно с интервалом в 30 дней, подкожно: ягнятам – 2 см^3 в 3-недельном возрасте, взрослым животным – 2 см^3, крупному рогатому скоту в заднюю треть шеи – 5 см^3. Для усиления иммунного ответа рекомендуется проводить последующую ежегодную ревакцинацию за 2-4 недели до критического периода (в том числе, родов).

Вакцина против клостридиозов сельскохозяйственных животных инактивированная АНТОКС-9. Содержит инактивированные культуры бактерий и анатоксинов *Cl. chauvoei, Cl. septicum, Cl. novyi* тип А, *Cl. novyi* тип В, *Cl. sordellii, Cl. perfringens* тип А, С (В), D, *Cl. tetani*, инактивированных формалином (0,5 % по объему), с добавлением 15 % гидроокиси алюминия. Применяется для профилактики клостридиозов у крупного рогатого скота и овец.

Вакцина против клостридиозов овец и крупного рогатого скота поливалентная нактивированная «КЛОСТБОВАК-8». Изготовлена из штаммов *Cl. chauvoei, Cl. septicum*, анатоксинов *Cl. novyi (oedematiens)* тип В, *Cl. perfringens* типов А, С и D, *Cl. tetani*, инактивированных формальдегидом (0,5 %), с добавлением гидрата окиси алюминия - 15%. Вакцину применяют для иммунизации крупного рогатого скота и овец против эмфизематозного карбункула, брадзота, злокачественного отека, некротического гепатита, анаэробной дизентерии ягнят, энтеротоксемии, синдрома «размягченной» почки, столбняка. Вакцинации подлежит крупный рогатый скот и овцы в возрасте от 45 дней. Вакцину вводят подкожно овцам и крупному рогатому скоту двукратно с интервалом 21-28 дней в объеме 3 см^3. Для создания колострального иммунитета у новорожденных телят и ягнят стельных коров и суягных овцематок вакцинируют за 30-35 дней до отела (окота). Ревакцинируют животных всех видов ежегодно однократно по аналогичной схеме. Вакцина вызывает формирование иммунитета через 3 недели после повторного введения, продолжительностью не менее 12 месяцев [3, 11].

Вакцина «ВанШотУльтра-8». 2-компонентная: сухая масса и жидкость. Лиофизированный компонент содержит в качестве действующего вещества бактерин-токсоид *Mannheimia (pasteurella) haemolytica*. Жидкий компонент **с**одержит токсоиды клостридий: *Cl. chauvoei, Cl. haemolyticum, Cl. novyi, Cl. perfringens, Cl. septicum, Cl.sordellii*, а также адъювант Стимуген. Иммунитет против клостридиозов, вызываемых *Cl. chauvoi, Cl. septicum, Cl. haemolyticum, Cl. novyi, Cl. sordellii, Cl. perfringens* типов С и D и пневмонии, вызываемой *Mannhemia haemolytica* формируется у животных через 3 недели после двукратной вакцинации и сохраняется не менее 12 месяцев.

Вакцина «Скоугард 4КС». Вакцина содержит инактивированные рота- и коронавирусы крупного рогатого скота, инактивированные бактерии *E. coli*, синтезирующий адгезивный антиген К99,

бета-токсоид *Cl. perfringens* типа С, консерванты – гентамицин, мертиолят и адъювант – Quil A. Телята, полученные от коров, вакцинированных этой вакциной, приобретают колостральный иммунитет после приема молозива к рота-, коронавирусным инфекциям, эшерихиозу и анаэробной энтеротоксемии, вызываемой типом С.

Вакцина против клостридиозов крупного рогатого скота и овец поливалентная инактивированная КОГЛОВАКС. Изготовлена из альфа, бета и эпсилон анатоксинов *Cl. perfringens* типов А, В, С, D, анатоксинов *Cl. septicum, Cl. novyi B, Cl. tetani*, анакультуры *Cl. chauvoei*, с добавлением в качестве адъюванта раствора гидроксида алюминия, формальдегида в качестве инактивирующего вещества и изотонического раствора хлорида натрияё. Вакцина вызывает формирование иммунного ответа у крупного рогатого скота и овец через 2-3 недели после повторного введения, сохраняющийся в течение 10-12 мес. У молодняка, полученного от маток, вакцинированных за 2 недели до окота/отела, колостральный иммунитет сохраняется до 8 недель.

Поливалентная вакцина против анаэробной энтеротоксемии молодняка крупного рогатого скота. Содержит анатоксинов *Cl. perfringens* типов А, С и D, инактивированных формалином и адсорбированных на гидроокиси алюминия. Вызывает формирование иммунитета у стельных коров и молодняка крупного рогатого скота против анаэробной энтеротоксемии через 2 недели после повторного применения продолжительностью не менее 12 месяцев [5].

Исследованиями, проведенными сотрудниками лаборатории бактериальных патологий животных Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, установлено, что в скотоводческих хозяйствах региона Среднего Поволжья анаэробная энтеротоксемия у телят часто протекает в смешанной форме с эшерихиозом. Для лечения и специфической профилактики этой формы патологии в Федеральном центре разработаны комбинированные препараты: ассоциированная вакцина и полиспецифическая гипериммунная сыворотка. При разработке ассоциированной вакцины и гипериммунной сыворотки использовали вакцинные штаммы *Cl. perfringens* серотипов А, С и D, а также *E. coli,* синтезирующие факторы адгезии К99 и А 20. Полиспецифическую сыворотку получили на быках-продуцентах массой 350-400 кг. При этом испытывали 4 схемы гипериммунизации животных-продуцентов. Наиболее рациональной признали схему, при которой антигены *Cl. perfringens* и *E. coli* вводились подкожно в нарастающих дозах четырёхкратно с интервалом 14 дней. Получили 18 серий полиспецифической сыворотки с тирами специфических антител к *Cl. perfringens* 1:20480 - 1:22080 в ИФА и к антигенам *E. coli*, продуцирующим факторы адгезии К99 и А 20 - 1:3840 – 1:4480 в РА. Лечебно-профилактические свойства сыворотки испытали в 3 животноводческих хозяйствах Республики Татарстан, неблагополучных по анаэробной энтеротоксемии и эшерихиозу на новорожденных телятах. Сыворотку вводили животным внутримышечно с профилактической целью в дозе 2 $см^3$, с лечебной – 2,5 $см^3$. При лечении сыворотку вводили дробно с интервалом 6 часов. Установили, полиспецифическая сыворотка против анаэробной энтеротоксемии и эшерихиоза телят обладает выраженными лечебными и профилактическими свойствами. Применение ее в неблагополучных хозяйствах с профилактической целью позволяет повысить сохранность новорожденных телят на 12,9 %, с лечебной целью – на 14,1 %.

Разработана и испытана нами в производственных условиях ассоциированная вакцина против анаэробной энтеротоксемии и эшерихиоза телят. Вакцину изготовили из концентрированных антигенов *Cl. perfringens* типов А, С, D и *E. coli*, продуцирующих факторы адгезии К99 и А20, инактивированных формалином с добавлением в качестве адъюванта гидроокиси алюминия. Производственное испытание вакцины проводили в стационарно неблагополучных хозяйствах на глубокостельных коровах и новорожденных телятах. Специфическую профилактику анаэробной энтеротоксемии и эшерихиоза телят в хозяйствах начинали с иммунизации стельных коров и нетелей, которым вакцину в дозе 10 $см^3$ вводили подкожно двукратно за 50-60 дней до отела с интервалом 14 дней. Телят, полученных от иммунизированных коров, вакцинировали в возрасте 18-20 дней в дозе 3 $см^3$ двукратно с интервалом 14 дней. Об эффективности вакцины судили по показателям заболеваемости и сохранности новорожденных телят до применения вакцины и после ее начала применения. Установили, что вакцина обладает выраженными иммуногенными свойствами. Так, после начала применения ассоциированной вакцины заболеваемость новорожденных телят желудочно-кишечными заболеваниями в стационарно-неблагополучных хозяйствах снизилась с 92,1 до 19,9 %, повысилась сохранность телят на 16,4 %.

Таким образом, проблема анаэробной энтеротоксемии телят в последние годы получила всестороннее решение. Изучены многие вопросы патогенеза, терапии и специфической профилактики. Разработаны методы получения токсинов *Cl. perfringens*, их очистки, концентрирования и инактивирования. Большие успехи достигнуты в создании моно- и ассоциированных вакцин против клостридиозов сельскохозяйственных животных. Доказана их эффективность в производственных условиях.

Список литературы

1. Безбородова, Н. А. Современный подход к проблеме клостридиозов в животноводстве: отбор проб, лабораторная диагностика, профилактика / Н. А. Безбородова // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2020. – 3 (35). – С. 392-402.
2. Касадемунд, С. Клостридиоз у высокопродуктивного крупного рогатого скота / С. Касадемунд // Ветеринария. – 2018. – 4. – С. 31-34.
3. Капустин, А. В. Эффективность применения вакцины «Клостбовак-8» против клостридиозов крупного рогатого скота, вызванных различными видами *Clostridium spp*. / А. В. Капустин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2016. – 9. – С. 6-11.
4. Клостридиозы животных: монография / В. Н. Алешкевич, А. А. Вербицкий, В. С. Прудников, Р. В. Корочкин и др. – Витебск, 2019. – 132 с.
5. Крамер, Ю. Н. Специфическая профилактика анаэробной энтеротоксемии телят: протективные свойства поливалентного анатоксина *Cl. perfringens* / Ю. Н. Крамер, Н. В. Пименов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – 3. – С. 52-56.
6. Михеев, В. Е. Оценка содержания специфического иммуноглобулина к эпсилон-токсину клостридий методом иммуноферментного анализа / В. Е. Михеев / Таврический вестник аграрной науки. – 2017. – 3 (11). – 31-39.
7. Пудовкин, Д. Н. Профилактика клостридиозов крупного рогатого скота – комплексные и комплементарные решения / Д. Н. Пудовкин // Молочное и мясное скотоводство. – 2019 – 5. – С. 38-39.
8. Спиридонов, А.Г. Иммуноферментный метод диагностики анаэробной энтеротоксемии животных / А. Г. Спиридонов // Ветеринарный врач. – 2018. – 6. – С. 26-29.
9. Терехов, В. И. Анаэробы и анаэробные инфекции животных: монография / В. И. Терехов, А. С. Тишенко. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 166 с.
10. Терентьев, Т.Е. Видовой спектр бактерий рода *Clostridium*, выделенных от крупного рогатого скота на молочных комплексах / Т. Е. Терентьев, Т. И. Глотова, С. В. Котенева, А. Г. Глотов // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2016. – 1. – С. 5-8.
11. Kapustin, A. V. The results of clinical studies of safety antigenic activity and effectiveness of inactivated vaccine «Verres-koliklost» against Escherichiosis and clostridiosis of Pigs / A. V. Kapustin, A. I. Laichevtcev, T. I. Aliper and all. // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – 6 (66). – P. 352-360.

УДК 619:616.155.394:636.8:616.9-084(048)

Рахимова А.С., Овсянников А.П., Фролов Г.С.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЛЕЧЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА ПАНЛЕЙКОПЕНИИ КОШЕК

Аннотация. В данной статье рассматриваются актуальные вопросы диагностики, терапевтические и профилактические мероприятия и проблемы лечения панлейкопении кошек, проводимые в условиях ИП Ветеринарная клиника «Планета».

Ключевые слова: панлейкопения, профилактика заболевания, диагностика панлейкопении.

Введение. Панлейкопения (лат. – Panleucopenia infectiosa, англ. - *Feline Panleukopenia,* инфекционный парвовирусный энтерит кошек, чума кошек, кошачья атаксия, кошачья лихорадка, контагиозный агрнулоцитоз) – высококонтагиозная, быстропротекающая болезнь, характеризующаяся поражением кишечника, общей интоксикацией, обезвоживанием и уменьшением общего количества лейкоцитов в крови [1]. Наиболее тяжело переносят заболевание молодые кошки до 1 года и пожилые в возрасте от 8 лет. Среди котят в возрасте 2 – 3 месяцев приводит к смертельному исходу. Опасность заражения у непривитых питомцев сохраняется круглосуточно [7].

Болезнь распространена на всей территории Российской Федерации и за ее пределами, так как процент кошек, живущих в домашних условиях, растет с каждым месяцем. Панлейкопения хорошо диагностируется и лечится в больших городах, где есть возможность быстрого отправления материала в лабораторию на исследования и постановку точного диагноза. При проявлении клинических признаков болезни погибает более 75% кошек, что носит существенный моральный и материальный ущерб владельцем животных [1].

Целью данного исследования являлось сравнительное изучение эффективности двух методов лечения панлейкопении кошек в условиях инфекционного стационара ветеринарной клиник ИП «Планета».

Условия, материалы и методы исследования. На сегодняшний день особо распространено использование экспресс – тестов, которые помогают подтвердить инфекцию в период острого течения заболевания, исследование показателей общего анализа крови. Также довольно часто

используют анализатор нуклеиновых кислот для более быстрого и точного исследования, похожего на ПЦР – диагностическое исследование [5].

Данное исследование проводилось в условиях инфекционного стационара, расположенного в отдельном блоке клиники. В инфекционном стационаре для больного животного выделялся индивидуальный бокс с подогревом, собственной вентиляцией и внутривенные инфузионные насосы.

Были отобраны 8 кошек разных пород и разных возрастов (группа включала два молодых животных до 1 года и два взрослых старше 1 года) с клинически подтвержденным диагнозом «Панлейкопения кошек». Диагноз ставился на основании анамнеза (отказ от корма, многократная рвота, отсутствии перистальтики в желудочно – кишечном тракте, кровавая диарея, апатичность), лабораторных исследований, а именно общего анализа крови, экспресс – тесты на инфекции кошек, исследования на нуклеиновом анализаторе [2].

Животные были разделены на 2 группы по 4 кошки в каждой:

Группа 1: комплексное лечение, включающее гемотрансфузию (переливание крови), дополнительно устанавливалась эзофагостома для лучшего кормления, несколько видов антибиотиков, многокомпонентная анальгезия, витаминотерапия, введение энтеросорбентов и спазмирующих препаратов.

Группа 2: базовое лечение, включающее в себя противорвотные препараты, антибиотикотерапию, обезболивающие препараты и внутривенные капельницы.

Оценку эффективности лечения и диагностику заболевания проводили по следующим критериям:

1. Клиническое выздоровление: нормализация аппетита, восстановление общего состония, отсутствие рвоты и нормализация стула.

2. Улучшение показателей крови: по общему анализу: повышение числа лейкоцитов, нормальные показатели гематокрита; по биохимическому анализу повышение числа электролитов.

3. Использование дополнительной диагностики: ультразвуковое исследование органов брюшной полости и подтверждение отсутствия воспаления, наличие перистальтики желудочно-кишечного тракта.

Результаты собственных исследований. Клиническая картина при поражении организма кошки инфекцией иногда схожа с клинической картиной других заболеваний желудочно-кишечного тракта. Общее состояние угнетенное, наблюдается многократная рвота с кровью, наличие диареи с примесью крови, при пальпации живота наблюдается увеличение лимфатических узлов брыжейки. Данная инфекция сопровождается снижением числа лейкоцитов, эритроцитов и гематокрита, поэтому у пациентов больных панлейкопенией анализы отбираются ежедневно для полноценного мониторинга. Результаты общего анализа с момента прибытия и с момента выписка пациентов можно наблюдать в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение показателей общего анализа крови кошки с подтвержденным диагнозом панлейкопения при поступлении и при выписке из инфекционного стационара

Показатель	При поступлении	При выписке	Норма у кошек	Ед. измерения
Лейкоциты	2,2 ↓	5,8	5,5 – 19,5	$x10^9$/ л
Лифоциты	0,5 ↓	2,1	0,8 – 7,0	$x10^9$ / л
Моноциты	0,5	0,7	0,0 – 1,9	$x10^9$ / л
Гранулоциты	6,2	6,8	2,1 - 15	$x10^9$ / л
Лимфоциты	13,4	24	12,0 – 45,0	% от WBC
Моноциты	6,9	7,0	2,0 – 9,0	% от WBC
Гранулоциты	79,7	80,5	35,0 – 85,0	% от WBC
Эритроциты	2,7 ↓	5,8	4,6 – 10,0	$x10^{12}$ / л
Гемоглобин	87 ↓	105	93 - 153	г/л
Гематокрит	22 ↓	29,6	28,0 – 49,0	%
Средний объем эритроцитов	50,1	50,9	39,0 – 52,0	fL
Ср. содерж. Hb в RBC	15	17	13,0 – 21,0	pg
Ср. конц. Hb в RBC	300	308	300 - 380	г/л
Показ. анизоцитоза RBC	13,8	14,5	14,0 – 18,0	%
Тромбоциты	129	130	100 - 514	$x10^9$ / л
Средний об. тромб	10,5	11,0	5,0 – 11,8	fL
Ширина распр. PLT по объем.	17,6	28	0 - 55	

Тромбокрит	0,13 ↓	0,34	0,2 – 0,5	%
Эозинофилы	1,6	1,8	0 - 4	% от WBC

По результатам общего анализа можно сказать, что происходит понижение гематокрита, падение числа эритроцитов и лейкоцитов, это свидетельствует о наличии инфекционного заболевания, имеется воспалительные процессы в организме. Значительное понижении лейкоцитов и эритроцитов позволяет провести процедуру гемотрансфузии. Помимо общего анализа крови отбирается и биохимический анализ.

Таблица 2 – Сравнение показателей биохимического анализа крови кошки, больной панлейкопении при поступлении и при выписке из стационара

Показатели	При поступлении	При выписке	Норма (кошка)	Ед.измер
Холинэстераза	1497	1788	750 - 4500	Е/л
АЛТ	210	140	16 - 130	Е/л
Мочевина	7.3	7,9	5,2 - 12,7	ммоль/л
Креатинин	87	85	71 - 212	мкмоль/л
Соотношение BUN/CRE	20.8	19,7		
Амилаза	498	519	500 - 1500	Е/л
Глюкоза	4.2 ↓	5,7	4,5 - 8,6	ммоль/л
Калий	3,3 ↓	4,6	3,7- 5,8	ммоль/л
Натрий	138 ↓	157	142 - 164	ммоль/л
Хлор	114	120	112 - 126	ммоль/л
Соотношение Na/K	32.1	34,8		
Общий диоксид углерода	11.9	16,7	15 - 24	ммоль/л
Аммиак	0	0	0 - 58	мкмоль/л

Результаты биохимического исследования позволяют оценить характер и глубину патологических изменений в организме кошек при панлейкопении. Установленные отклонения свидетельствуют о развитии системного патологического процесса. Снижение показателей АЛТ (Аланинаминотрансфераза) зачастую говорит о повреждении клеток, в которых этот фермент содержится. В наибольшей концентрации АЛТ присутствует в клетках печени (гепатоцитах), поэтому его повышение связано с повреждением не только печени, но и гладкой мускулатуры сердца, кишечника, почек и других органов.

В период заболевания у кошек часто бывают многократные рвоты и диареи, которые ведут к потере жидкости из организма, очень важно отбираться анализ на электролитный баланс в организме животного. Достаточно часто вместе дегидратация сопровождается падением такое макроэлемента как калий, ведущий к гипокалиемии. Калий отвечает за работу гладкой мускулатуры, нервной системы, сердца и почек. Также калий особенно влияет на сократимость сердца, а именно стабильный ритм и стабильную работу. При его понижении может возникать аритмии, экстрасистолы и фибрилляции желудочков. [3] При исследовании таблиц 1 и 2 можно оценить эффективность выбранного лечения.

Таким образом, совокупность биохимических и гематологических сдвигов позволяет характеризовать панлейкопению как тяжелую системную патологию, сопровождающейся выраженной интоксикацией, бактериальным воспалением и угрожающим жизни обезвоживанием.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность методов лечения панлейкопении кошек

	Группа 1 (Комплексное лечение с гемотрансфузией)	Группа 2 (Базовое лечение без гемотрансфузии)
Количество животных	4	4
Клиническое выздоровление, кол-во животных	4	3
Количество летальных исходов	0	1
Количество дней, проведенных в стационаре, ср. кол.	5	8
Процент выздоровления, %	100%	75%

1. 1 группа – животные получали комплексную терапию. Особое внимание уделяли общим анализам крови, если имелись критические показатели уровня гематокрита, эритроцитов и лейкоцитов, то кошкам проводили гемотрансфузию с последующим мониторингом в виде ежедневного забора общего анализа крови. Обязательные внутривенные инфузии Глюкозой 5 % с переоценкой степени дегидратации.

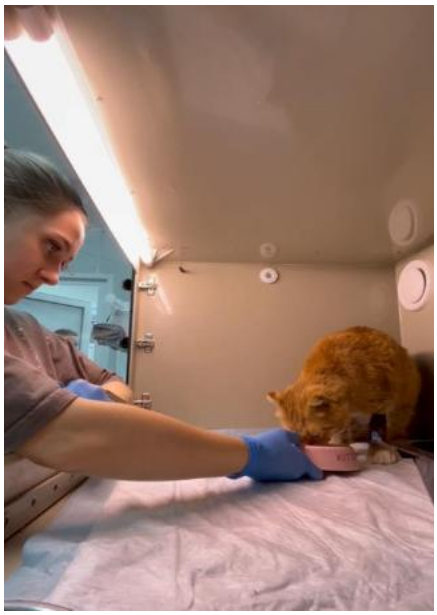


Рис. 1 – Появление аппетита у кошки первой группы Рис. 2 – Проведение мониторинга на стационаре

Лечение, включающее противорвотные препараты используемые при сохранении рвоты использовались Церукал (доза 0,16 мг/кг), Ондансентрон (0,1 мг/кг). При обильном слюнотечении и отсутствии глотания при принудительном кормлении, устанавливалась эзофагостома. Эзофагостома – это питательный зонд, который устанавливается через небольшой разрез в области шеи. Панлейкопения сопровождается сильной абдоминальной болью, которая не дает возможности восстановления организма, использование опиоидного анальгетика Промедол (0,2мг/кг). Обязательная антибиотикотерапия комплексного действия, для купирования развития септического процесса. Применяли препарат Амоксиклав (30 мг/кг первая доза, последующие по 15 мг/кг) 3 раза в день, Цефатоксим (25 мг/кг) 2 раза в день, данные антибиотики используются в течении 7 дней. Применялась витаминотерапия (дозе 1 мл на 5 кг веса), использовались витамины группы Б (Б12 – цианокобаламин, Б1 – тиамин хлорид, Б6 – пиридоксин), воздействующие на восстановление неровной системы, участвуют в формировании системы кроветворения, для стимуляции и синтеза эритроцитов и гемоглобина. Если в группе наблюдались ухудшения стула, а именно диарея с кровь применялись энтеросорбенты Энтеросгель, формирующие кал и кровоостанавливающие препараты Транексамовая кислота (доза 15 мг/кг), витамин К1 (доза 1,5 мг/кг) способствующие остановки

кровотечений. Дополнительньо использовались прокинетики, а именно Фаматидин (доза 1 мг/кг) для улучшения перистальтики. [4]

Данный метод продемонстрировал 100% эффективность в устранении проявлении клинических симптомов и показал наилучшие результаты в скорости реабилитации животных. Восстановление показателей общего анализа крови и показателей электролитного баланса в организме, наблюдались улучшения в перистальтики Стоит отметить клинические симптомы в первой группе перестали проявляться на третий день, у многих кошек в данной группе появился аппетит и прекратилась диарея. Нахождение пациентов в инфекционном стационаре составляло от 4 до 6 дней, в среднем кошки с первой схемой лечения выздоравливали быстрее на 3 дня, чем животные второй группе.

2 группа – вторая группа животных получала схему лечения, включающая обязательную гемотрансфузию с последующим мониторингом показателей общего анализа крови, антибиотикотерапию Амоксиклав (30 мг/кг в дальнейшем 15 мг/кг) внутривенно на маленьких скоростях 3 раза в день в течении 7 дней. Обязательную инфузионную терапию препаратом Стерофундин в соответствии с весом животного и степени дегидратации. Терапия данной группы, включает один вид противорвотного препарата Церукал (0,2 мг/кг), способного блокировать приступы рвоты в головном мозге и подавляет обильную саливацию. Данной группе не проводилось установка эзофагостомы. Обезболивающий препарат Спазган (20 мг/кг) два раза в день в течении 3 дней. По результатам ежедневных переоценок боли у двоих животных была произведена замена, имеющего препарата на опиоидные анальгетики Промедол (0,2 мг/кг). Дополнительно использовали транексамовую кислоту (15 мг/кг) для устранения кровотечения. [2,6]

Данный метод продемонстрировал свою эффективность на 75 % в устранении клинических симптомов. Следует отметить, что летальность в данной группе с выбранным лечением составила 25%. Клинические признаки прекращались на 4-5 дней, аппетит проявлялся медленнее, сохранялась диарея и рвота. На 6-7 дней симптомы проходили и животные проявляли интерес к еде и воде, прекращался жидкий стул и диареи. В среднем пациенты данной группы находились в инфекционном стационаре от 6 до 10 дней.

Рис. 3 – Представитель второй группы

Рис. 4 – Появления аппетита у второй группы

Вывод: Исследование второй схемы лечения панлейкопении показали 75% эффективности, в тоже время эффективность при исследовании первой схемы лечения показала 100%. Лечение панлейкопении кошек с использованием первой схемы лечения показывает большие показатели результативности, быстрое устранение клинических симптомов и выздоровления кошек. На основании результатов исследований, первая схема в качестве лечения панлейкопении, можно рекомендовать в качестве лечения панлейкопении кошек, как обеспечивающее наибольшую клиническую эффективность.

Список литературы

1. Масимов Н. А. Инфекционные болезни собак и кошек / Лебедько С. И // Учебное пособие для вузов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — С. 105.)
2. Алексеева, И. Г. Инфекционные болезни мелких домашних животных: учебное пособие / И. Г. Алексеева, В. П. Дорофеева, М. В. Маркова. — Омск: Омский ГАУ, 2019. — С. 75.).

3. Егоров, В. В. Бионеорганическая химия / В. В. Егоров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — С. 82.).
4. А. П. Никитина, «Определение эффективного метода лечения при панлейкопении» // Г. П. Тихонова, В. Г. Софронов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2023. — С. 201-206.
5. А. В. Андреева «Сравнительная эффективность разных схем лечения панлейкопении кошек» / О. М. Алтынбеков [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2025. — № 2 (112). — С. 217-223.)
6. Никулина Н. Б. «Зоопарковые и дикие животные» / Н. Б. Никулина. — Пермский государственный аграрно-технологический университет, г. Пермь: ПГАТУ, 2024. — С. 65.)
7. Гвоздецкий, Н. А. «Инфекционные болезни кошек : учебное пособие/,А. Н. Симонов, М. Н. Веревкина. — Ставрополь : СтГАУ, 2024. — 56 с.— С. 19.).
8. «Мухамадьярова А.Л. Инфекционные болезни кошек: диагностика, профилактика и лечение»: учебное пособие /— Киров : Вятский ГАТУ, 2024. — 76 с.— С. 7.).
9. « Болдарев, А. А. Болезни кошек : учебно-методическое пособие / А. А. Болдарев, Н. С. Болдарева. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2023. — 112 с.— С. 56.)
10. «Алиев А. С. Эпизоотология с основами микробиологии. // Данко Ю. Ю., Ещенко И. Д., Кудрявцева А. В., Кузьмин В. А., Макаров В. В., Максимович В. В., Полякова О. Р., Савенков К. С., Святковский А. В., Фогель Л. С.» учебник для СПО; под редакцией В. А. Кузьмин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025.— С. 340.).

УДК 619:616-08:618.19-002

Чурина З.Г., Киселёв Д.А.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ КАТАРАЛЬНОГО МАСТИТА У КОРОВ

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ российских и международных подходов к диагностике и лечению катарального мастита у коров. Показано, что катаральный мастит по российской классификации соответствует легкой или умеренной форме клинического мастита по международной шкале. Рассмотрена доказательная база эффективности антибиотиков: при легком течении колимастита их применение часто не оправдано, тогда как при тяжелых формах и грамположительной этиологии антибиотикотерапия необходима. Представлены клинические протоколы ведения животных, включающие оценку тяжести, этиологическую диагностику и таргетную терапию. Статья предназначена для ветеринарных специалистов и исследователей.

Ключевые слова: катаральный мастит, крупный рогатый скот, антибиотикотерапия, клинические протоколы, антимикробная рациональность

В российской ветеринарной традиции катаральный мастит у коров классифицируется как одна из клинико-морфологических форм воспаления молочной железы. Данная форма относится к категории легких или умеренных клинических случаев, характеризующихся преимущественно изменениями в составе молока и локальными патологическими процессами в вымени при отсутствии выраженной системной реакции организма. В международной литературе и клинических рекомендациях преобладает классификация, разделяющая мастит на субклинический и клинический, с дополнительной градацией тяжести (легкая, умеренная, тяжелая). В связи с этим, при проведении сравнительного анализа катаральный мастит следует рассматривать в контексте легкой или умеренной формы клинического мастита, которая обычно ограничивается одной долей и не сопровождается выраженной токсемией [1].

В отечественных публикациях, включая исследования, посвященные серозно-катаральным и катаральным формам мастита, чаще всего описываются комплексные терапевтические схемы, предполагающие использование интрацистернальных комбинированных препаратов в сочетании с вспомогательными средствами. Однако методологический уровень этих исследований зачастую характеризуется определенными ограничениями, такими как небольшие выборки, вариабельность диагностических подходов, недостаточная культуральная стратификация и акцент преимущественно на клиническом улучшении. В качестве примера можно привести сравнительное исследование интрацистернальных схем на основе коммерческих препаратов, которое продемонстрировало терапевтическую эффективность при серозно-катаральном мастите. Тем не менее, переносимость и воспроизводимость полученных результатов требуют их сопоставления с международными стандартами исходов, включающими бактериологическое излечение, динамику соматических клеток, частоту рецидивов, показатели выбраковки и молочную продуктивность [2].

Клинически обоснованный протокол ведения катарального мастита, рассматриваемого как легкая или умеренная форма клинического мастита, в наиболее доказательном варианте должен

включать следующие этапы: проведение ранней оценки тяжести состояния; отбор проб молока для микробиологического исследования до начала лечения; назначение поддерживающей терапии и нестероидных противовоспалительных препаратов по показаниям; применение таргетной антибиотикотерапии узкого спектра преимущественно при вероятной или подтвержденной грамположительной этиологии [4].

Основные практические рекомендации могут быть представлены в виде следующих положений:

Предварительный отбор проб молока до начала антибиотикотерапии позволяет снизить частоту необоснованного назначения антибиотиков и способствует рациональному использованию антимикробных препаратов [5].

При легких и умеренных формах мастита, вызванных E. coli или при получении культура-негативных результатов, применение антибиотиков зачастую не улучшает показатели бактериологического излечения, что делает приоритетными поддерживающую терапию и нестероидные противовоспалительные средства [2].

В случаях тяжелого течения заболевания, сопровождающегося лихорадкой, токсемией и обезвоживанием, критическое значение имеют раннее начало инфузионной терапии и адекватное обезболивание. Системные антибиотики в данной ситуации рассматриваются как компонент интенсивной терапии [6].

Мастит определяется как воспалительный процесс, протекающий в тканях молочной железы. В международной ветеринарной практике фундаментальным принципом классификации является разделение заболевания на две основные категории: клинический мастит, характеризующийся наличием видимых симптомов (изменения органолептических свойств молока, патологические изменения в вымени, ухудшение общего состояния животного), и субклинический мастит, протекающий без внешних признаков и диагностируемый на основании лабораторных данных (повышение количества соматических клеток, положительные результаты микробиологических тестов) [7].

В методических документах, принятых в российской и исторически сложившейся советской ветеринарных школах, наряду с оценкой тяжести клинических проявлений широко используется морфологическая и клинико-морфологическая типология воспаления, в рамках которой катаральный мастит выделяется в качестве самостоятельной нозологической формы [8].

Катаральный мастит, диагностируемый согласно российской терминологии, по своей сути соответствует легкой или умеренной форме клинического мастита в соответствии с международной классификацией тяжести. Данное состояние характеризуется изменениями молока, возможно, в сочетании с локальным отеком и болезненностью вымени, при отсутствии выраженной системной реакции организма [1].

В международных клинических руководствах градация тяжести клинического мастита осуществляется следующим образом:

умеренная степень, характеризующаяся изменениями в молоке и клинически значимыми симптомами со стороны вымени;

тяжелая степень, диагностируемая при присоединении системных признаков, таких как лихорадка, угнетенное состояние, дегидратация и другие проявления токсемии [1].

Существенное влияние на риск возникновения заболевания, выраженность воспалительной реакции и прогноз исхода оказывают такие факторы, как стадия лактации, возраст животного и условия содержания. Данные параметры рассматриваются в клинических рекомендациях в качестве модификаторов, способных корректировать лечебную тактику.

Таблица 1 – Классификация маститов

Российская клинико-морфологическая традиция	Международная клиническая классификация	Практический смысл для терапии
Катаральный / серозно-катаральный	Лёгкая–умеренная клиническая мастит	Чаще целесообразна проба молока до терапии; антибактериальная терапия — селективно, по вероятности/ подтверждению грам (+) этиологии
Гнойная / фибринозная	Умеренная–тяжёлая (по клинике)	Выше риск осложнений; чаще требуется интенсивная поддержка, возможна системная терапия
Субклинический мастит	Субклинический мастит	Причины для лечения в лактацию ограничены; обсуждается лечение в период запуска в ряде стратегий

Этиологическая структура мастита представлена преимущественно бактериальными патогенами, которые подразделяются на контагиозные и экологические. Основным путем проникновения инфекции в молочную железу является сосковый канал. Выраженность клинической картины детерминируется вирулентностью возбудителя, а также скоростью и эффективностью иммунного ответа организма коровы [9].

К числу ключевых возбудителей, наиболее часто обсуждаемых в международных и национальных источниках, относятся бактерии родов Staphylococcus (включая Staphylococcus aureus и коагулазонегативные стафилококки), Streptococcus (Streptococcus agalactiae, S. dysgalactiae, S. uberis), а также грамотрицательные энтеробактерии, прежде всего Escherichia coli и Klebsiella spp. [9].

Патогенез воспалительной реакции при мастите включает несколько ключевых звеньев: нарушение барьерной функции гемато-молочного барьера и повышение проницаемости тканей; миграцию нейтрофилов в очаг воспаления, что клинически проявляется ростом количества соматических клеток в молоке; локальные изменения секрета (появление хлопьев, изменение консистенции, цвета); а при тяжелых формах — развитие системной воспалительной реакции [1].

Согласно обзору 2025 года, улучшение показателей бактериологического излечения на фоне применения антибиотиков наиболее отчетливо проявляется при стрептококковой этиологии мастита. В то же время при легких и умеренных формах колимастита, вызванных E. coli, убедительных доказательств преимущества антибиотиков перед неантибактериальными методами не получено. Исключение составляют тяжелые формы мастита, ассоциированные с E. coli, при которых системная антибиотикотерапия рассматривается как обязательный компонент лечения [2].

Сравнение эффективности различных путей введения антибиотиков было предметом клинического исследования, в котором сопоставлялось парентеральное и интрацистернальное применение бензилпенициллина. В ходе пятидневного курса терапии коров с клиническим маститом, вызванным чувствительными in vitro грамположительными бактериями, не было выявлено статистически значимых различий между группами. Частота клинического излечения в группе парентерального введения составила 80,3%, в группе интрацистернального — 74,7%; бактериологическое излечение достигнуто у 54,1% и 55,7% животных соответственно [10].

При обнаружении изменений в молоке или состоянии вымени производится оценка тяжести состояния животного. При наличии признаков тяжелого течения (лихорадка, угнетение, токсикоз, обезвоживание, поражение двух и более долей) показано немедленное начало интенсивной поддерживающей терапии. При легкой или умеренной степени тяжести, характеризующейся обычно поражением одной доли и отсутствием выраженной системной симптоматики, первоочередным действием является асептический отбор пробы молока до начала лечения. Далее, по возможности, проводится экспресс-диагностика, бактериологический посев или ПЦР-исследование. При выявлении грамположительной микрофлоры (стрептококки, стафилококки) или высокой клинической вероятности такой этиологии назначается таргетная антибиотикотерапия, при необходимости в сочетании с нестероидными противовоспалительными препаратами. При обнаружении грамотрицательных микроорганизмов (E. coli) или получении отрицательного результата культурального исследования основу терапии составляют поддерживающие мероприятия и НПВС. Независимо от изначальной тактики, через 24-48 часов проводится переоценка состояния. При улучшении осуществляется завершение курса терапии с контролем количества соматических клеток и мониторингом рецидивов, а также строгое соблюдение сроков выбраковки молока. При отсутствии улучшения требуется пересмотр диагноза и этиологии и при необходимости, о смене терапии или выбраковке животного [5].

В день обнаружения клинических признаков (День 0) проводятся осмотр, оценка тяжести, изоляция животного и обеспечение комфортных условий, отбор пробы молока до терапии, начало поддерживающих мероприятий (уход, обеспечение питьем и кормом). В период с 1-го по 3-й день осуществляется назначение НПВС на 2-3 дня по показаниям, проведение интрацистернальной антибиотикотерапии (при наличии показаний) и ежедневная переоценка клинического статуса и состояния молока. В дни 4-7 производится коррекция терапии по результатам бактериологического посева и определения чувствительности, контроль количества соматических клеток и рецидивов. Данная временная шкала основана на принципах ранней диагностики и поддержки с последующей адаптацией терапии по мере получения данных об этиологии и клиническом ответе.

При грамположительных чувствительных патогенах применяются β-лактамные антибиотики (пенициллины). Примером строгой дозировки из клинического исследования служит бензилпенициллин, вводимый парентерально в дозе 20 мг (20 000 МЕ)/кг внутримышечно один раз в сутки курсом 5 дней при клиническом мастите, вызванном чувствительными к пенициллину грамположительными бактериями [10]. Применение фторхинолонов (например, энрофлоксацина) [4].

В качестве примера из рандомизированных контролируемых исследований можно привести схему интрацистернального введения бензилпенициллина в дозе 600 мг на долю один раз в сутки в течение 5 дней для лечения клинического мастита грамположительной чувствительной этиологии [10]. В отечественных исследованиях описаны схемы с применением коммерческих комбинированных препаратов, включающие многократные введения (например, каждые 12 часов курсом из нескольких

инъекций) при серозно-катаральных формах мастита. Важное значение имеют принципы правильного введения препаратов (подготовка соска, использование однодозовых шприцев) и неукоснительное соблюдение сроков выбраковки молока, что отражено в рекомендациях по контролю мастита и обеспечению качества молока [5].

НПВС рассматриваются как базовый компонент поддерживающей терапии при клиническом мастите. Рекомендуемая длительность поддержания терапевтических концентраций НПВС составляет 2-3 дня в соответствии с инструкциями по применению [6]. Помимо противовоспалительного и анальгетического эффекта, НПВС рассматриваются как фактор улучшения благополучия животного и, по данным некоторых исследований, потенциально положительно влияют на отдельные репродуктивные показатели [6].

При тяжелом мастите и явлениях обезвоживания ключевое значение имеет инфузионная терапия. В рекомендациях приводится пример внутривенного введения 5-10 л раствора Рингера-ацетата в сочетании с выпаиванием 20-40 л теплой воды через зонд. При выраженной дегидратации возможно применение гипертонического раствора натрия хлорида (7,2%) с обязательным последующим обеспечением поступления жидкости [6]. При использовании дополнительного доения рекомендуется щадящий режим (до 4 раз в сутки, включая обычные доения), учитывая неоднозначность эффекта при разных патогенах [11]. Важнейшими компонентами поддержки являются также снижение стрессовой нагрузки (размещение в отдельной секции для больных животных), контроль температуры и общего состояния, обеспечение качественным кормом и водой [11].

Профилактика мастита представляет собой комплекс организационных и гигиенических мероприятий, включающих учет всех клинических случаев, мониторинг количества соматических клеток, соблюдение корректной техники доения и обслуживание доильного оборудования, управление условиями содержания, разработку стратегии запуска.

Экономический ущерб от мастита складывается из потерь молока (в том числе выбракованного), затрат на лечение и ветеринарные услуги, дополнительных трудозатрат, возможного снижения фертильности и повышенного риска выбраковки животных [3].

Таблица 2 – Терапевтическая направленность

Методика	Механизм / цель	Пример дозировки и режима	Эффективность (ключевые данные)	Основные риски
Бензилпенициллин системно (β-лактам, узкий спектр) при грам(+) чувствительных патогенах	Эрадикация грамположительных возбудителей, снижение бактериальной нагрузки	20 мг (20 000 МЕ)/кг внутримышечно 1 раз/сут, курс 5 дней	Клиническое излечение ~80,3%, бактериологическое ~54,1% (в одном исследовании)	Остаточные сроки ожидания; риск необоснованного применения при грамотрицательной этиологии
Бензилпенициллин интрацистернально при грам(+) чувствительных патогенах	Создание высокой локальной концентрации антибиотика в пораженной доле	600 мг на долю 1 раз/сут, курс 5 дней	Клиническое излечение ~74,7%, бактериологическое ~55,7%; результаты сходны с системным введением	Ошибки техники введения; формирование резистентности; сроки ожидания
Интрацистернальные комбинированные препараты	Эмпирическое перекрытие спектра (часто β-лактам + дополнительные компоненты)	Введение шприца-дозатора каждые 12 ч, курс 1–3 дня (по данным публикаций)	Сообщается о терапевтической эффективности при серозно-катаральных формах	Риск необоснованно широкого спектра; резистентность; сроки ожидания
НПВС (мелоксикам, кетопрофен, флуниксин)	Обезболивание, снижение воспаления, улучшение благополучия	Согласно инструкции; поддержание терапевтического уровня 2–3 дня	Доказано улучшение благополучия при тяжелом мастите; при легких формах доказательства слабее	Побочные эффекты зависят от препарата и состояния животного
Инфузионная терапия при	Коррекция гиповолемии и	5–10 л раствора Рингера-	Рекомендована при дегидратации;	Ошибки инфузии; необходим

тяжелом мастите / дегидратации	обезвоживания, снижение риска смерти	ацетата внутривенно + 20–40 л теплой воды через зонд; по показаниям гипертонический NaCl 7,2%	обезвоживание повышает риск летальности	мониторинг состояния
Профилактика (обработка сосков после доения, техника доения, учет, контроль соматических клеток, стратегия запуска)	Снижение числа новых инфекций, раннее выявление, уменьшение применения антибиотиков	Протоколы и чек-листы на уровне стада; постоянное выполнение	Поддерживается программами контроля мастита; снижает риск заболевания и экономический ущерб	Зависит от дисциплины выполнения

Источник: составлено авторами.

На начальном этапе необходимо провести оценку тяжести состояния животного, дифференцируя легкую, умеренную и тяжелую формы, определить количество пораженных долей вымени и наличие системных признаков заболевания [1]. До начала антибактериальной терапии следует осуществить асептический отбор пробы молока для последующего микробиологического исследования [5]. Незамедлительно должны быть приняты меры по обеспечению комфортных условий содержания, уходу и биобезопасности, включая изоляцию больного животного и организацию доения инфицированных коров в последнюю очередь [11].

При легком течении заболевания базовым подходом является поддерживающая терапия в сочетании с ожиданием результатов этиологической диагностики. Антибактериальная терапия применяется селективно, преимущественно при высокой клинической вероятности грамположительной этиологии или ее лабораторном подтверждении (результаты бактериологического посева или экспресс-тестов) [2].

При умеренной степени тяжести, характеризующейся изменениями молока и клинически значимыми симптомами со стороны вымени, применение НПВС вероятно является полезным, особенно в первые 24-48 часов от начала заболевания [6]. Антибиотикотерапия должна быть по возможности целевой, с использованием препаратов узкого спектра действия при подтвержденной грамположительной этиологии [4].

При тяжелом течении мастита, сопровождающемся лихорадкой, угнетением, обезвоживанием и признаками токсемии, приоритетное значение имеют инфузионная терапия для коррекции дегидратации, срочные поддерживающие мероприятия и обязательное назначение НПВС [64]. Системная антибиотикотерапия обсуждается как обязательный компонент интенсивного лечения, особенно при подозрении на тяжелую грамотрицательную этиологию.

Положительная динамика, проявляющаяся улучшением органолептических свойств молока и общего состояния животного, служит основанием для продолжения выбранной терапевтической стратегии и завершения полного курса лечения, если антибиотики были назначены [5]. Отсутствие клинического улучшения в течение 24-48 часов требует незамедлительного пересмотра этиологического диагноза, оценки чувствительности выделенной микрофлоры, рассмотрения вопроса о хроническом характере процесса, а также оценки целесообразности дальнейшей антибактериальной терапии. В случаях с заведомо плохим прогнозом может быть принято решение о выбраковке животного [4].

Проведенный сравнительный анализ показал, что катаральный мастит, по принятой в российской клинико-морфологической классификации, по своей сути соответствует легкой или умеренной форме клинического мастита согласно международной степени тяжести. Данное соответствие создает основу для правильности диагностических и терапевтических подходов.

Современная доказательная база убедительно демонстрирует, что эффективность антибактериальной терапии при мастите носит патоген-зависимый характер. При легких и умеренных формах, вызванных E. coli, а также при культура-негативных случаях применение антибиотиков не имеет значимых преимуществ перед поддерживающей терапией и использованием нестероидных противовоспалительных препаратов. В то же время при тяжелом течении заболевания, сопровождающемся системными нарушениями, антибиотикотерапия остается обязательным компонентом лечения, особенно при подтвержденной грамположительной этиологии.

Клинический протокол ведения животных с катаральным маститом должен строиться на принципах антимикробной рациональности и включать обязательную оценку тяжести состояния, асептический отбор проб молока до начала лечения, этиологическую верификацию, селективное применение антибиотиков узкого спектра и переоценку тактики через 24-48 часов.

Анализ работ российских ученых показал, что нужно повышать качество проводимых исследований. Вместо простого наблюдения за улучшением состояния животных важно фиксировать конкретные результаты лечения, такие как полное избавление от бактерий, изменения количества клеток в организме, вероятность повторных заболеваний и затраты на лечение.

Необходимо изучать эффективность новых способов лечения и регулярно отслеживать устойчивость микробов к антибиотикам, вызывающих воспаление молочной железы.

Список литературы

1. Mastit hos mjölkkor – definitioner och nomenklatur [Электронный ресурс] // SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt). – [Швеция], 2026. – Режим доступа: https://www.sva.se/media/xujhp1ar/lathund-mastitnomenklatur.pdf, свободный. – (на швед. яз.). – Дата обращения: 05.03.2026.
2. Nankemann F., Leimbach S., Nitz J., Tellen A., Wente N., Zhang Y., Klocke D., Krebs I., Müller S., Teich S., Wilm J., Katthöfer P., Kortstegge J., Krömker V. Antibiotic Treatment vs. Non-Antibiotic Treatment in Bovine Clinical Mastitis During Lactation with Mild and Moderate Severity // Antibiotics. – 2025. – Vol. 14, № 7. – P. 702. – DOI: 10.3390/antibiotics14070702.
3. Winder C.B., Sargeant J.M., Hu D., Wang C., Kelton D.F., Godkin M.A., Churchill K.J., O'Connor A.M. Comparative efficacy of antimicrobials for treatment of clinical mastitis in lactating dairy cattle: a systematic review and network meta-analysis // Animal Health Research Reviews. – 2019. – Vol. 20. – P. 229–246. – DOI: 10.1017/S1466252319000318.
4. Mastit hos mjölkkor – antibiotikabehandling [Электронный ресурс] // SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt). – [Швеция], 2026. – Режим доступа: https://www.sva.se/media/ykrplfj2/lathund-antibiotikabehandling.pdf, свободный. – (на швед. яз.). – Дата обращения: 05.03.2026.
5. Recommended Mastitis Control Program [Электронный ресурс] // NMC (National Mastitis Council). – [США], 2016. – Режим доступа: https://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/08/RECOMMENDED-MASTITIS-CONTROL-PROGRAM-International.pdf, свободный. – Дата обращения: 05.03.2026.
6. Mastit hos mjölkkor – understödjande läkemedelsbehandling [Электронный ресурс] // SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt). – [Швеция], 2026. – Режим доступа: https://www.sva.se/media/ftoexxng/lathund-understodjande-lakemedelsbehandling.pdf, свободный. – (на швед. яз.). – Дата обращения: 05.03.2026.
7. Шепелева К.В., Петров А.К., Рогов Р.В., Куликов Е.В., Крючков И.А. Терапевтическая эффективность противомаститных препаратов в лечении субклинической и клинической форм мастита дойных коров // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 39–50. – DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-39-50.
8. Иванюк В.П., Бобкова Г.Н. Этиологические аспекты и разработка лечебных приёмов при остром катаральном мастите у коров [Электронный ресурс] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (81). – С. 138–141. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/etiologicheskie-aspekty-i-razrabotka-lechebnyh-priyomov-pri-ostrom-kataralnom-mastite-u-korov, свободный. – Дата обращения: 06.03.2026.
9. Cobirka M., Tancin V., Slama P. Epidemiology and Classification of Mastitis // Animals. – 2020. – Vol. 10, № 12. – P. 2212. – DOI: 10.3390/ani10122212.
10. Kalmus P., Simojoki H., Orro I., Taponen S., Mustonen K., Holopainen J., Pyörälä S. Efficacy of 5-day parenteral versus intramammary benzylpenicillin for treatment of clinical mastitis caused by gram-positive bacteria susceptible to penicillin in vitro // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97, № 4. – P. 2155–2164. – DOI: 10.3168/jds.2013-7338.
11. Mastit hos mjölkkor – understödjande skötselåtgärder och smittskydd [Электронный ресурс] // SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt). – [Швеция], 2026. – Режим доступа: https://www.sva.se/media/eaibx4pu/lathund-understodjande-skotselatgarder.pdf, свободный. – (на швед. яз.). – Дата обращения: 05.03.2026.

УДК 619:616.33-0.89:636.2

Ганиева Д.М.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ СМЕЩЕНИЯ СЫЧУГА У КОРОВ В УСЛОВИЯХ ООО «АГРОЛАК»

Аннотация. Смещение сычуга у коров является одной из наиболее распространенных послеродовых патологий, сопровождающейся снижением молочной продуктивности и значительными экономическими потерями. Целью работы являлась оценка эффективности различных методов лечения смещения сычуга и разработка профилактических мероприятий в условиях молочного хозяйства ООО «АгроЛак» Республики Татарстан. Исследования проведены на дойном стаде численностью 426 коров. Выявлено 6 случаев левостороннего смещения сычуга (1,4%), зарегистрированных преимущественно в первые 10-25 суток после отела. Проведен сравнительный анализ эффективности механической репозиции, пункции сычуга и хирургического лечения методом оментопексии. Установлено, что механическая репозиция и пункция обеспечивают лишь временный клинический эффект и сопровождаются высокой частотой рецидивов, тогда как хирургическое лечение методом оментопексии обеспечивает полное клиническое выздоровление животных.

Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения хирургического лечения и профилактических мероприятий при смещении сычуга в условиях молочных хозяйств.

Ключевые слова: смещение сычуга, коровы, оментопексия, лечение, профилактика.

В условиях интенсификации молочного скотоводства особую актуальность приобретают заболевания, связанные с нарушением обмена веществ и моторики желудочно-кишечного тракта у коров. Одной из таких патологий является смещение сычуга, наиболее часто регистрируемое у высокопродуктивных животных в ранний послеродовой период. Заболевание сопровождается снижением удоев, развитием кетоза и гипокальциемии, а также нередко приводит к вынужденной выбраковке коров, что наносит значительный экономический ущерб хозяйствам.

По данным отечественных и зарубежных авторов, частота смещения сычуга в молочных стадах варьирует от 0,5 до 5% и имеет тенденцию к увеличению в условиях интенсивного кормления и содержания животных. Существенную роль в развитии патологии играют отрицательный энергетический баланс, гипокальциемия, кетоз, а также нарушения структуры рационов и ограничение двигательной активности коров в послеродовой период. Особую актуальность проблема приобретает в хозяйствах с круглогодичным привязным содержанием, где полностью отсутствует активный моцион животных.

Несмотря на наличие различных методов лечения, в ряде хозяйств до настоящего времени преобладают временные и симптоматические способы коррекции, не обеспечивающие стойкого терапевтического эффекта. В связи с этим актуальной задачей является оценка эффективности хирургического лечения смещения сычуга и разработка профилактических мероприятий с учетом конкретных условий хозяйства.

Целью работы- оценка эффективности различных методов лечения смещения сычуга и обоснование целесообразности внедрения хирургического метода и профилактических мероприятий в условиях ООО «АгроЛак».

Для достижения поставленной цели в работе были определены следующие задачи:

1. Изучить распространенность смещения сычуга у коров в условиях ООО «АгроЛак».
2. Проанализировать условия содержания и кормления новотельных коров как факторы риска развития смещения сычуга.
3. Провести сравнительный анализ эффективности различных методов лечения смещения сычуга.
4. Оценить экономическую эффективность внедрения хирургического лечения смещения сычуга.

Исследования проводились на базе ООО «АгроЛак» Тюлячинского района Республики Татарстан. Хозяйство специализируется на производстве молока и характеризуется интенсивной технологией содержания высокопродуктивных коров.

Объектом исследования являлось дойное стадо черно-пестрой породы, содержавшееся в условиях круглогодичного привязного содержания при ограниченной двигательной активности животных. Основное внимание уделялось коровам в ранний послеродовой период (первые 30 суток после отела), как наиболее уязвимой группе по развитию метаболических и функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта. Основные показатели распространенности заболевания представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Распространенность смещения сычуга у коров в ООО «АгроЛак»

Показатель	Значение
Общее количество дойных коров, гол.	426
Период наблюдения	2 месяца
Выявлено случаев смещения сычуга, гол.	6
Распространенность, %	1,4
Преобладающая форма смещения	Левосторонняя
Сроки возникновения после отела	10-25 суток

Диагностику смещения сычуга проводили на основании комплекса клинических методов исследования, включавших общий осмотр животных, оценку аппетита и жвачки, аускультацию и перкуссию в области левого подреберья с выявлением характерного тимпанического звука с металлическим оттенком. Дополнительно учитывались данные производственного ветеринарного учета и журналы заболеваемости.

Для оценки эффективности лечения коровы с диагностированным левосторонним смещением сычуга были распределены на три опытные группы по 2 головы в каждой с учетом возраста, номера лактации и физиологического состояния. В первой группе применяли механическую репозицию сычуга методом перекатывания, во второй- пункцию сычуга с выпуском газа, в третьей- хирургическое

лечение методом оментопексии. В послеоперационный период проводили клиническое наблюдение за состоянием животных с оценкой восстановления аппетита, жвачки и молочной продуктивности.

Дополнительно в ходе исследования проводили анализ рационов кормления новотельных коров с оценкой содержания обменной энергии, структурной клетчатки и доли концентрированных кормов. Экономическую эффективность лечебно-профилактических мероприятий определяли расчетным методом с учетом предотвращенного экономического ущерба, связанного с вынужденной выбраковкой животных

Анализ условий содержания и кормления показал, что факторами риска развития смещения сычуга являлись ограниченный моцион, высокая доля концентратов в рационе новотельных коров, дефицит эффективной клетчатки и резкий переход от сухостойного к лактационному рациону.

Сравнительный анализ эффективности методов лечения показал существенные различия между применяемыми способами (таблица 2). Механическая репозиция и пункция сычуга обеспечивали лишь кратковременное улучшение клинического состояния животных и сопровождались развитием рецидивов в течение 5-10 суток. В то же время хирургическое лечение методом оментопексии обеспечивало стойкий терапевтический эффект: у коров восстанавливались аппетит и жвачка, рецидивы заболевания в период наблюдения не выявлены.

Таблица 2. Сравнительная эффективность методов лечения смещения сычуга у коров

Группа	Метод лечения	Количество коров, гол.	Клинический эффект	Рецидивы
1	Механическая репозиция (перекатывание)	2	Кратковременное улучшение	Выявлены
2	Пункция сычуга с выпуском газа	2	Временная стабилизация состояния	Выявлены
3	Хирургическое лечение (оментопексия)	2	Полное клиническое выздоровление	Не выявлены

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют о том, что смещение сычуга в условиях ООО «АгроЛак» развивается преимущественно у коров с высокой молочной продуктивностью в первые недели после отела. Выявленная распространенность заболевания (1,4%) соответствует данным литературных источников и указывает на наличие устойчивых факторов риска в системе содержания и кормления животных.

Анализ рационов новотельных коров показал, что кормление характеризуется высокой долей концентрированных кормов при недостаточном содержании эффективной клетчатки. Указанные особенности кормления в сочетании с ограниченным моционом способствуют развитию гипотонии преджелудков и сычуга, создавая благоприятные условия для его смещения. Наличие клинических признаков кетоза у части заболевших коров подтверждает роль отрицательного энергетического баланса в патогенезе заболевания.

Сравнительный анализ эффективности методов лечения показал, что применение механической репозиции и пункции сычуга обеспечивает лишь временное улучшение клинического состояния животных и не устраняет основную причину заболевания-атонию и повышенную подвижность сычуга. Высокая частота рецидивов при использовании данных методов ограничивает их практическую ценность в условиях молочного хозяйства.

Хирургическое лечение методом оментопексии обеспечило стойкий терапевтический эффект и полное клиническое выздоровление животных без рецидивов заболевания. Восстановление аппетита и жвачки наблюдалось уже на 2-3 сутки после операции, что свидетельствует о нормализации моторной функции желудочно-кишечного тракта.

Вывод. Проведенные исследования показали, что смещение сычуга у коров в условиях ООО «АгроЛак» является многофакторной патологией, развитие которой обусловлено особенностями кормления и содержания новотельных коров в ранний послеродовой период. Ограниченный моцион и несбалансированность рационов по структурной клетчатке создают предпосылки для нарушения моторики желудочно-кишечного тракта и развития заболевания.

Механическая репозиция и пункция сычуга не обеспечивают стойкого терапевтического эффекта и сопровождаются высокой частотой рецидивов, что ограничивает их применение в производственных условиях. Наиболее эффективным методом лечения является хирургическое вмешательство методом оментопексии, обеспечивающее восстановление физиологического положения сычуга, отсутствие рецидивов и значительный экономический эффект.

Внедрение хирургического лечения в сочетании с профилактическими мероприятиями, направленными на оптимизацию кормления и условий содержания коров в переходный период, позволяет снизить заболеваемость смещением сычуга и повысить экономическую эффективность молочного производства.

Научный руководитель - Шагеева А.Р., к.в.н., доцент

Список литературы

1. Абрамов, С.С. Внутренние незаразные болезни: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования: в 2 ч. Ч.1/ под ред. С.С. Абрамова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013.- 536 с.
2. Денисенко В.Н. Незаразные болезни пищеварительного аппарата крупного рогатого скота: учебное пособие для СПО / В.Н. Денисенко, О.В. Громова, П.Н. Абрамов. - 4-е изд., стер. - Санкт- Петербург: Лань, 2025.- 84 с.
3. Клиническая гастроэнтерология животных: учебное пособие/ под ред. И.И. Калюжного. – 2-е изд., испр. – Санкт- Петербург: Лань, 2022.- 448 с.: ил.
4. Морозова, Н.И. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодовом стойловом содержании: монография/ Н.И. Морозова, Ф.А. Мусаев, Л.В. Иванова, Н.Г, Бышова, О.А. Морозова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 165 с.
5. Хусаинова Г.С. Клинические признаки и методы диагностики смещения сычуга у крупного рогатого скота/ Г.С. Хусаинова, Б.С. Семенов//Материалы международной научно- практической конференции. - Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 45-46.
6. Merck Veterinary Manual. Left or Right Displaced Abomasum and Abomasal Volvulus in Cattle. - 2023.

УДК 637.071

Исхакова Г.И., Шлямина О.В., Буркин К.Е., Муртазина З.Д., Королёва Л.С.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА КАЧЕСТВО СМЕТАНЫ

Аннотация. Статья посвящена изучению таких физико-химических характеристик сметаны, как массовая доля белка, массовая доля жира, массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка и кислотность. Для исследования данных показателей были отобраны по пять образцов кисломолочного продукта с массовой долей жира 15% и 20% пяти разных марок. Полученные результаты показали, что количественное содержание белка не сильно зависит от жирности сметаны и можно сделать вывод, что продукт 15% жирности по своему содержанию белка в целом не уступает продукту 20% жирности. И если жирность продукта не является столь важным для потребителя, то вполне можно сделать выбор в пользу сметаны с меньшим содержанием жира, т.к. излишнее потребление жиров не очень полезно для организма. К тому же сметана 15% жирности имеет более низкую стоимость, а значит для потребителей, которые экономят бюджет, ее приобретение несет выгоду.

Ключевые слова: сметана, массовая доля белка, массовая доля жира, массовая доля сухого обезжиренного остатка (СОМО), кислотность.

Молочные продукты имеют большое значение в рационе человека, поскольку содержат весь спектр питательных веществ, в том числе и незаменимых, необходимых для поддержания здоровья. Спрос на эти продукты постоянно растет, поэтому производство молока – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства. Во многих странах мира молокосодержащая продукция составляет значительную долю в сельскохозяйственном валовом продукте [1]. Связано это с тем, что она содержит все необходимые для питания вещества – белки, жиры, углеводы, которые находятся в сбалансированных соотношениях и очень легко усваиваются организмом. Кроме того, в молочных продуктах присутствуют важные ферменты, витамины, минеральные вещества и другие важные элементы питания, необходимые для обеспечения нормального обмена веществ [2].

Белки молока содержат незаменимые, жизненно важные аминокислоты, такие как триптофан, фенилаланин, метионин, лизин, валин, треонин, аргинин, цистин, изолейцин и лейцин. По содержанию незаменимых аминокислот казеин относят к белкам высокой биологической ценности, так как он усваивается достаточно медленно, обеспечивая длительное поступление питательных веществ. Особенно богаты незаменимыми аминокислотами так называемые сывороточные белки молока – они содержат больше по сравнению с казеином лизина, триптофана и некоторых других аминокислот [3]. Сывороточные белки легко расщепляются в организме и способствуют быстрому восполнению аминокислот в крови. Таким образом, молочный белок активно используется для

восстановления мышечных тканей после физических нагрузок. Это делает молоко и молочные продукты незаменимыми для атлетов и людей, ведущих активный образ жизни.

Кисломолочные продукты несут большую пользу для организма не только взрослого человека, но и растущего детского и подросткового, т.к. обладают диабетическими и лечебными свойствами. Даже для людей, которые страдают непереносимостью лактозы, продукты, прошедшие процесс заквашивания, подходят, так как молочный сахар переработан бактериями [4].

Сметана – кисломолочный продукт, производимый путем сквашивания сливок с добавлением молочных продуктов или без их добавления с использованием заквасочных микроорганизмов. Она является одним из основных продуктов за счет своей высокой питательной ценности и востребованности на потребительском рынке [5]. Благодаря своим отличительным вкусовым качествам и высокому содержанию молочного жира она считается не только незаменимым продуктом в рационе питания человека, но и важным ингредиентом на предприятиях общественного питания и в кондитерской промышленности [6]. Причиной этому является то, что за счет изменений, происходящих с белковой частью в процессе сквашивания, и благодаря своему оптимальному белково-жировому составу сметана отлично держит форму в тортах и других кондитерских изделиях.

Целью настоящего исследования была оценка качества образцов сметаны с массовой долей жира 20 и 15% по физико-химическим показателям.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования выбраны образцы сметаны, поступившие в Испытательный центр ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» от различных производителей. Для анализа были отобраны 5 образцов сметаны с массовой долей жира 20% и 5 образцов сметаны с массовой долей жира 15%. Исследовали массовую долю жира, массовую долю белка, массовую долю сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), кислотность.

Массовую долю жира определяли кислотным методом. Данный метод основан на выделении жира из молока и молочных продуктов при взаимодействии концентрированной серной кислотой и изоамилового спирта, с последующим центрифугированием и измерением выделившего жира в градуированной части жиромера.

Определение кислотности - индикаторный метод. Метод основан на нейтрализации свободных кислот, кислых солей и свободных кислотных групп, содержащихся в продукте, раствором гидроокиси натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Единица измерения - градус Тернера (°Т): объем водного раствора гидроокиси натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм^3, необходимый для нейтрализации 100 г (см^3) исследуемого продукта.

Определение сухого обезжиренного молочного остатка – гравиметрический метод. Массовую долю сухого вещества в продукте определяли высушиванием анализируемой пробы при температуре (102±2)°С. Другими словами, СОМО – все химические составные части сметаны, которые остаются после удаления из него влаги. Определение сухого обезжиренного молочного остатка вычисляли расчетным путем.

Для определения белка использовали метод Къельдаля. Метод устанавливает измерение массовой доли общего азота с последующим определением массовой доли белка. Данный метод основан на минерализации пробы молока концентрированной серной кислотой в присутствии окислителя, инертной соли - сульфата калия и катализатора - сульфата меди. При этом аминогруппы белка превращаются в сульфат аммония, растворенный в серной кислоте.

Массовую долю азота в этом растворе измеряли химическим путем: при подщелачивании раствора, дистилляции аммиака с водяным паром, поглощения его раствором борной кислоты и титрования последнего раствором соляной кислоты с индикацией точки эквивалентности по изменению окраски индикатора (ручное титрование). Массовую долю белка определяли, умножая полученный результат на соответствующий коэффициент.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований сметаны с массовой долей жира 20 и 15% приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты исследований сметаны с массовой долей жира 20%

Номер образца	Массовая доля, %			Кислотность, ºТ
	жира	белка	сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО)	
Нормируемое значение	10 - 58	не менее 1,2	не менее 3,6	От 65 до 100 включ.
20-1	20	2,6	7,5	77,5
20-2	20	2,6	6,0	89
20-3	20	2,7	7,0	66

20-4	20	2,6	8,1	70
20-5	20	2,7	6,37	92

Таблица 2 – Результаты исследований сметаны с массовой долей жира 15%

Номер образца	Массовая доля, %			Кислотность, ºТ
	жира	белка	сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО)	
Нормируемое значение	10 - 58	не менее 1,2	не менее 3,6	От 65 до 100 включ.
15-1	15	2,6	6,2	85
15-2	15	2,6	8,0	79
15-3	15	2,6	5,5	66,7
15-4	15	2,6	6,8	82,5
15-5	15	2,8	5,7	74,3

В целом, все исследуемые образцы сметаны обладали хорошими потребительскими свойствами. По физико-химическим показателям, приведенным в таблице 1 и 2, исследованные пробы соответствовали требованиям нормативной документации ТР ТС 033/2013. Из полученных данных видно, что массовая доля жира в сметане с жирностью 20 % составляет 20 % во всех пяти образцах, содержание белка варьировало от 2,6 до 2,7 %, а кислотность продукта и СОМО находятся в пределах нормы. Массовая доля жира сметаны с жирностью 15 % составляет 15 % во всех пяти пробах, белка – от 2,6 до 2,8 %. Кислотности и СОМО также соответствовали требованиям стандартов. Проведенные исследования показали, что количество жира не существенно влияет на содержание белка. Однако, с увеличением жирности существенно возрастает калорийность, что не очень полезно, учитывая, что многие и так потребляют жиров больше, чем рекомендуют медицинские специалисты. Поэтому оптимальный выбор для тех, кто следит за здоровьем, это сметана с меньшим содержанием жира. Таким образом, сметана 15 % и 20 % могут вполне конкурировать между собой. Если жирность продукта не являются принципиальным для потребителя, для ежедневного употребления можно выбрать сметану 15 % жирности с целью экономии.

Заключение. В ходе исследования было установлено что, образцы сметаны соответствуют требованиям нормативных документов и имеют хорошие питательные свойства благодаря оптимальному соотношению жира и белка. Это подтверждает качество данной продукции, но не исключает необходимости постоянного мониторинга и осуществления санитарно-ветеринарного надзора.

Список литературы

1. Гилазова Г.Р., Балымова М.В., Макаева А.Р., Ахметзянова Г.Ф. Сравнительная оценка качества сливочного масла разных производителей // Современные научно-практические достижения в ветеринарии: сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Киров, 19–20 апреля 2024 года. – Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 51-55. – EDN MAUCHV.
2. Слемзина А.В., Великанов В.И., Кляпнев А.В., Вавина О.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза сырого коровьего молока из Нижегородской и Кировской областей в условиях молочного комбината «Нижегородский» филиала АО «Вимм-билль-данн» // Ветеринарный врач. -2022. – №. 1. – С. 35-41. - DOI 10.33632/1998-698X.2021-1-35-41. - EDN BFHWJD.
3. Долгова Т. А., Вовк О. В. Исследование качества сметаны // Знания–дорога к мастерству профтех. Профессии успеха. – 2021. – С. 42.
4. Никульшеева М. И., Мартемьянова А. А. Органолептическая оценка показателей качества сметаны разных производителей // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. – 2022. – С. 299-305.
5. Сариев И. В. Современное состояние и развитие российского рынка молочной продукции // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. ВГ Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения ВГ Шухова. – 2023. – С. 921-924.
6. Купцова О. И., Чеканова Ю. Ю. Изучение хранимоспособности сметаны из сливочно-пахтовой смеси в стандартных и провокационных режимах // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – 2024. – №. 17. – С. 203-213.

УДК 619:616.053.3:636.1

Чурина З.Г., Петрова А.Э.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ПРОФИЛАКТИКА НЕОНАТАЛЬНЫХ ПАТОЛОГИЙ У ЖЕРЕБЯТ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по применению разных схем витаминно-минеральной коррекции рациона жеребых кобыл в последний триместр беременности. Работа выполнена в условиях ООО «Волгогазстрой» Починковского конного завода Нижегородской области на лошадях советской тяжеловозной породы. Целью исследования было повышение эффективности профилактики неонатальных патологий у жеребят. В ходе эксперимента было сформировано две группы кобыл по 5 голов. Животные контрольной группы получали пероральный премикс «Крылатый Эклипс», а опытной – трехкратные инъекции поливитаминного препарата «Элеовит» в сочетании с кормовой добавкой «Трикальцийфосфат». Эффективность оценивали по биохимическим показателям крови кобыл и жеребят, а также по уровню заболеваемости новорожденных. Установлено, что сочетанное применение инъекционной формы витаминов и минеральной добавки способствует достоверному повышению уровня общего белка, глобулинов, кальция и фосфора в крови кобыл, что обеспечивает выработку качественного молозива. У жеребят опытной группы отмечен более высокий уровень общего белка и глобулинов в первые сутки жизни, что свидетельствует о полноценном пассивном иммунитете. Применение разработанной схемы позволило полностью предотвратить возникновение неонатальных патологий (заболеваемость 0%) по сравнению с контролем, где данный показатель достиг 90%.

Ключевые слова: неонатальные патологии, неонатальный период, жеребята, жеребые кобылы, витаминно-минеральные комплексы, пассивный иммунитет, фармакокоррекция.

Введение. Развитие племенного коневодства напрямую зависит от выхода здорового молодняка. Период новорожденности является критическим в жизни жеребенка, так как происходит адаптация всех систем организма к условиям внешней среды. Жеребята рождаются иммунодефицитными, поскольку трансфер иммуноглобулинов через эпителиохориальную плаценту кобыл невозможен. Единственным источником пассивного иммунитета для них является молозиво матери [5,6].

В этот период наиболее часто регистрируются такие патологии, как задержание первородного кала (мекония), гастроэнтерит и септический артрит. Задержка мекония напрямую связана с недостаточным поступлением молозива, которое обладает послабляющим действием, а септический артрит развивается на фоне иммунодефицита при недостаточном колостральном иммунитете [4,8].

Основой для формирования полноценного пассивного иммунитета служит качество молозива (концентрация IgG ≥ 30 мг/мл), которое, в свою очередь, определяется метаболическим статусом кобылы в последний триместр жеребости. Стоит отметить, что в период последнего триместра жеребости происходит интенсивное развитие плода в плане подготовки его к внеутробным условиям жизни. Отсюда возрастают требования к интенсивности обменных процессов в системе «мать-плод». Здесь ключевую роль играет функциональная активность плаценты, понижение ее активности рассматривается как плацентарная недостаточность, признаком которой является преждевременная лактация, что также приводит к ухудшению качественного состава молозива [3,7].

В ветеринарной практике для коррекции метаболического статуса кобыл применяют как лекарственные средства (иммуномодуляторы, комплексные витаминные и витаминно-минеральные препараты), так и витаминно-минеральные комплексы в виде премиксов. Если применение кормовых добавок достаточно хорошо изучен, то касательно применения витаминных препаратов ситуация иная. Мало изучено влияние витаминов на организм жеребых кобыл в связи высоким риском возникновения аллергических реакций и действием некоторых витаминов может вызвать различные пороки развития плода [1,2].

Целью нашей работы стало сравнение эффективности пероральной и инъекционной форм витаминно-минеральных комплексов для профилактики неонатальных патологий у жеребят.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на базе ООО «Волгогазстрой» (Починковский конный завод) в период 2025-2026 гг. Объектом исследований служили 10 жеребых кобыл советской тяжеловозной породы на 10-м месяце жеребости и полученные от них жеребята. Животные были разделены на две группы по принципу пар-аналогов по 5 голов в каждой.

Кобылам опытной группы применяли трехкратную внутримышечную инъекцию препарата «Элеовит» (Россия) в дозе 5 мл с интервалом 14 дней. Параллельно для балансирования рациона по кальцию и фосфору ежедневно в течение 14 дней (с двухнедельным интервалом) задавали кормовую добавку «Трикальцийфосфат кормовой» по 50 г с вечерним кормом. Кобылы контрольной группы

получали пероральный премикс для племенных лошадей «Крылатый Эклипс» П 72-1 Универсал в дозе 35 г ежедневно в течение 14 дней с аналогичным интервалом.

Кровь для биохимического исследования у кобыл отбирали фоново и в предродовой период, у жеребят – на 1-е и 30-е сутки жизни. Анализы проводились в Починковской межрайонной ветеринарной лаборатории. Достоверность различий между контрольной и опытной группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при уровне вероятности $p < 0,05$.

Проводили отслеживание временного промежутка между появлением предвестников родов у кобыл и началом родовой деятельности, а также уделяли особое внимание регистрации случаев заболеваний жеребят.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований были получены данные, представленные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови кобыл в предродовой период, (M±m)

Показатель	**Контрольная группа**	**Опытная группа**
Общий белок, г/л	68,82 ± 0,24	73,46 ± 1,64
Глобулины, г/л	38,32 ± 0,46	40,96 ± 1,23
Кальций, ммоль/л	2,72 ± 0,04	2,88 ± 0,08
Фосфор, ммоль/л	0,72 ± 0,06	0,91 ± 0,11

Применение инъекционной формы витаминов («Элеовит») в сочетании с минеральной добавкой позволило достоверно повысить уровень общего белка и глобулинов в сыворотке крови кобыл опытной группы по сравнению с контролем. Увеличение фракции глобулинов, включающей иммуноглобулины, является ключевым фактором для формирования качественного молозива. Включение трикальцийфосфата и витамина D_3, входящего в состав «Элеовит», обеспечило более высокий уровень кальция и фосфора, необходимых для минерализации скелета плода.

У жеребят, полученных от кобыл опытной группы, уровень общего белка и глобулинов в первые сутки жизни был значительно выше, чем в контроле, и характеризовался низкой вариабельностью (табл. 2), что указывает на стабильно высокое качество молозива у всех кобыл данной группы.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови жеребят в 1-е сутки жизни, (M±m)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Общий белок, г/л	51,60 ± 7,40	68,19 ± 0,75
Глобулины, г/л	27,00 ± 5,79	37,16 ± 0,55
ГГТ, Ед/л	22,64 ± 18,40	56,00 ± 2,00

Особенно показательным является уровень фермента гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ), высокая активность которого в первые сутки жизни напрямую коррелирует с поступлением молозива. В опытной группе этот показатель был в 2,5 раза выше, что подтверждает эффективную передачу пассивного иммунитета.

Клинические наблюдения полностью подтвердили лабораторные данные. В контрольной группе у 4 из 5 жеребят (90%) диагностированы неонатальные патологии. У трех жеребят отмечалась задержка мекония, у одного из них впоследствии развился септический артрит.

В опытной группе все жеребята родились клинически здоровыми, активными, с хорошо выраженными рефлексами. Случаев заболеваний в течение первого месяца жизни не зарегистрировано.

В опытной группе все жеребята родились клинически здоровыми, активными, с хорошо выраженными рефлексами. Случаев заболеваний в течение первого месяца жизни не зарегистрировано. Сохранность в обеих группах составила 100%, однако жеребята контрольной группы потребовали дополнительных затрат на лечение и имели более низкие показатели развития к 30-му дню жизни.

Заключение. Коррекция метаболического статуса жеребых кобыл в последний триместр беременности является высокоэффективным методом профилактики неонатальных патологий. Сочетанное применение инъекционного поливитаминного препарата «Элеовит» и кормового трикальцийфосфата обеспечивает более полное усвоение биологически активных веществ по сравнению с пероральным премиксом, что особенно важно на фоне физиологического снижения всасываемости в желудочно-кишечном тракте у глубокожеребых кобыл. Данная схема позволяет получать жизнеспособный молодняк и избежать таких распространенных патологий, как задержание мекония и септический артрит.

Список литературы

1. Дмитриева, А. А. Применение витаминно-минеральных добавок в кормлении жеребых кобыл / А. А. Дмитриева // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 08–09 апреля 2020 года. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 67-70. – EDN EOEDAY.
2. Естественная резистентность и качество молока конематок при использовании микроэлементов / Ю. Ф. Мишанин, Е. М. Третьякова, А. Ю. Мишанин [и др.] // Векторы развития технологии переработки животного и растительного сырья: сборник материалов международной научно-практической конференции, Краснодар, 20 мая 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – С. 157-160.
3. Потапова, А.Ю. Диагностика и коррекция осложнений беременности на поздних сроках у кобыл: автореф. дис. ... канд. вет. наук / А.Ю. Потапова. – Саратов, 2015. – 24 с.
4. Сарабанская, Д.А. Диагностика и лечение стрептококковой пиемии (суставолома) у жеребенка / Д.А. Сарабанская, Л.И. Смирнова // SPbVetScience: сборник научных трудов/отв. ред. К.В. Племяшов, сост. В.С. Пономарев; МСХ РФ, СПбГУВМ.- Санкт-Петербург: СПбГУВМ, 2024.- вып. 7.-169-177 с.
5. Федоров, Ю.Н. Пассивный иммунитет у новорожденных жеребят: индикаторы и критерии оценки / Ю.Н. Федоров, О.А. Богомолова, К.Н. Царькова, С.В. Конкина // Ветеринарный врач. – 2024. – №5. – С. 45-50.
6. Чунаева, С.В. Становление факторов неспецифической защиты у жеребят первого года жизни / С.В. Чунаева // Актуальные проблемы биомедицины - 2022. – СПб, 2022. – С. 231-232.
7. Шведова, А.Д. Оценка состояния белкового обмена как элемент диагностики иммунодефицита жеребят / А.Д. Шведова, А.Б. Михайлова // Современные задачи и перспективные направления инновационного развития науки. – Стерлитамак, 2023. – С. 12-16.
8. Rivera Maza, S. Characteristics of meconium impaction/retention in newborn foals / S. Rivera Maza, R.C. Bishop, S.M. Austin, J.H. Foreman, P.A. Wilkins // Equine Vet Educ. – 2025. – Vol. 37(2). – P. 45-52

УДК 619:611.63:612.617

Зайцева А.А., Чурина З.Г.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ХАРАКТЕРИСТИКА И ФУНКЦИИ ПРИДАТОЧНЫХ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ У САМЦОВ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа анатомического строения и физиологической значимости комплекса добавочных половых желез у самцов млекопитающих. Подробно рассмотрены морфологические особенности простаты, везикулярных и бульбоуретральных желез, а также секреторных зон ампулы семяпроводов. Установлено, что продуцируемые ими биологические жидкости определяют биохимические параметры эякулята, влияют на сохранность и двигательную активность спермиев, а также способствуют их активации после выхода из мужских половых путей. Выполнен сравнительный анализ межвидовых отличий в организации и работе указанных структур. Обсуждается практическое значение секреторной активности желез в контексте разработки методов криоконсервации семени и объективной оценки репродуктивного материала. Делается вывод о том, что состояние придаточных половых желез напрямую связано с реализацией воспроизводительных качеств производителей.

Ключевые слова: придаточные половые железы, предстательная железа, пузырьковидные железы, бульбоуретральные железы, сперма, семенная жидкость.

Введение. Эффективность животноводства во многом определяется успешностью воспроизводства стада. Одним из главных условий получения приплода выступает высокое качество семенного материала, получаемого от самцов. Традиционно при оценке фертильности основное внимание исследователей сосредоточено на процессах сперматогенеза, происходящих в тестикулах [1]. Тем не менее, исключение из анализа роли добавочных половых желез (ДПЖ) является неполным, поскольку именно продукты их секреции формируют ту среду, в которой сперматозоиды сохраняют жизнеспособность и приобретают способность к оплодотворению после эякуляции.

Структуры ДПЖ представляют собой совокупность экзокринных образований, чьи выводные протоки впадают в тазовый отдел уретры. Их формирование в процессе онтогенеза, а также последующая функциональная активность регулируются андрогенами и характеризуются заметными различиями у разных видов животных [2, 3]. Накопленный к настоящему времени фактический материал, несмотря на свою обширность, не снимает всех вопросов о механизмах влияния компонентов семенной плазмы на оплодотворяющий потенциал гамет. Это особенно актуально в свете совершенствования репродуктивных биотехнологий. Целью данной работы является систематизация современных данных о морфофункциональных особенностях и физиологическом значении добавочных половых желез у самцов сельскохозяйственных и лабораторных животных.

Основная часть. Комплекс добавочных половых желез представляет собой неоднородную систему, чей конкретный набор элементов варьирует в зависимости от видовой принадлежности

особи. У большинства млекопитающих в него традиционно включают: парные пузырьковидные (везикулярные) железы, предстательную железу, а также парные бульбоуретральные (куперовы) железы. У отдельных представителей фауны, в частности у жеребцов и некоторых грызунов, к этому перечню добавляются ампулярные железы, локализованные в конечных отделах семяпроводов.

С точки зрения гистологии, ДПЖ устроены по типу сложных трубчато-альвеолярных образований. Секреторные отделы (ацинусы) изнутри выстланы эпителиальным слоем, клетки которого могут иметь кубическую или цилиндрическую форму в зависимости от текущей стадии секреторного цикла [4]. Вырабатываемый ими секрет по системе протоков транспортируется в просвет уретры.

Функциональная нагрузка между отдельными железами распределена неравномерно. Везикулярные железы демонстрируют наибольшее развитие у хряков, жеребцов и грызунов, тогда как у быков и баранов они выражены слабо, а у псовых и кошачьих отсутствуют вовсе. Продуцируемый ими вязкий, мутноватый секрет насыщен фруктозой, которая служит основным источником энергии для поддержания двигательной активности спермиев [5]. Помимо фруктозы, в этом секрете присутствуют белки-хелаторы, связывающие ионы цинка и кальция, а также простагландины, которые, предположительно, стимулируют сократительную активность матки, облегчая транспорт гамет по половым путям самки.

Простата является обязательным компонентом комплекса ДПЖ у абсолютного большинства млекопитающих, хотя ее анатомическое исполнение может различаться. У быков и хряков она подразделяется на диффузную часть, рассеянную в уретральной стенке, и компактное тело. У собак простата выступает единственной полноценно функционирующей железой данного комплекса, что делает ее уязвимой для возрастных патологий. Секрет простаты имеет жидкую консистенцию и слабощелочную реакцию. В его биохимическом составе обнаруживаются протеолитические ферменты (например, кислая фосфатаза), лимонная кислота, полиамины и значительное количество цинка. Ферменты, выделяемые простатой, способствуют разжижению эякулята, что является обязательным условием для перехода сперматозоидов в активное состояние.

Бульбоуретральные железы наиболее массивны у хряков и быков, тогда как у жеребцов и собак они развиты слабее, а у представителей семейства кошачьих не обнаруживаются. Их секрет — густое, тягучее слизистое вещество — выделяется на начальном этапе эякуляции. Его основное предназначение — очистка и смазка уретрального канала, а также нейтрализация кислой среды, остающейся после мочеиспускания или присутствующей во влагалище.

Ключевая функция ДПЖ сводится к формированию плазмы семени, в которую погружаются сперматозоиды в момент эякуляции. Этот жидкий компонент выполняет целый ряд задач. Прежде всего, секреты желез многократно увеличивают общий объем эякулята, что способствует лучшему продвижению и распределению спермиев в репродуктивном тракте самки. Фракционная структура эякулята, особенно выраженная у хряков, служит примером такой адаптации. Далее, фруктоза из везикулярных желез обеспечивает энергетическую поддержку гамет. Защитная функция реализуется через полиамины и специфические белки, подавляющие бактериальный рост и стабилизирующие клеточные мембраны сперматозоидов, предотвращая их преждевременную капацитацию. Регуляция физико-химических свойств эякулята осуществляется протеазами, инициирующими разжижение его сгустков. Наконец, компоненты секретов ДПЖ способны модулировать среду половых путей самки: простагландины усиливают перистальтику миометрия, а щелочные компоненты снижают кислотность влагалищного содержимого.

Учет видовой специфики функционирования ДПЖ имеет непосредственное практическое значение. Для быков и баранов, характеризующихся незначительным объемом эякулята при высокой концентрации спермиев, вклад плазмы семени в активацию гамет относительно невелик, однако ее протективные свойства сохраняют свою актуальность. В противоположность этому, для хряков и жеребцов с их объемным и многокомпонентным эякулятом наличие полноценной семенной плазмы выступает необходимым условием для обеспечения самого процесса оплодотворения.

В технологиях искусственного осеменения и криоконсервации к семенной плазме подход дифференцирован. При замораживании спермы быков и баранов нативную плазму зачастую удаляют, опасаясь повреждения клеток при кристаллизации. Ее замещают синтетическими средами, призванными имитировать защитные свойства естественных секретов ДПЖ. В то же время для спермы хряков, крайне чувствительной к холодовому шоку, консервация части нативной плазмы или добавление выделенных из нее белковых фракций служит обязательным условием сохранения жизнеспособности гамет. Изучение протеомного и метаболомного профиля секретов ДПЖ позволяет совершенствовать составы сред-разбавителей, делая их более физиологичными.

Заключение. Добавочные половые железы самцов представляют собой эволюционно обусловленный комплекс, функции которого не ограничиваются простым увеличением объема эякулята. Их секреторная активность направлена на формирование специфического микроокружения, обеспечивающего сперматозоиды энергией, защитой и необходимыми условиями для выполнения оплодотворяющей функции. Существующие межвидовые различия в морфологии и физиологии ДПЖ диктуют необходимость разработки видовых методик оценки качества семени и его технологической

обработки. Более глубокое изучение молекулярных аспектов взаимодействия сперматозоидов с компонентами семенной плазмы открывает перспективы для повышения эффективности репродуктивных биотехнологий и ускорения селекционного прогресса.

Список литературы

1. К проблеме формирования высокопродуктивных здоровых стад коров / В. Г. Семенов, С. Л. Толстова, А. Н. Майкотов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245, № 1. – С. 177-184.
2. Дополнительные показатели отбора крупного рогатого скота для повышения хозяйственно-полезных признаков / Л. А. Рахматов, Р. Р. Муллахметов, З. Г. Чурина, Г. Н. Уразманова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 220-223.
3. Чурина, Л. В. Синхронизация половой охоты у коров и профилактика эмбриональной смертности / Л. В. Чурина, З. Г. Чурина, С. Р. Юсупов // НОВЫЕ ВЫЗОВЫ - НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 23 января 2023 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 245-248.
4. Чурина, З. Г. Оценка эффективности синхронизации половой охоты у коров / З. Г. Чурина, М. И. Смирнова // Теория и практика современных научных исследований : сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 05 мая 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 217-222.
5. Воспроизводство крупного рогатого скота / Д. Ф. Валиуллина, С. Р. Юсупов, И. И. Вахитов, Д. Д. Хайруллин. – Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2023. – 112 с.

УДК 619:611.63:612.617

Емекеева П. В.,Чурина З.Г.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ПРОФИЛАКТИКА ЭМБРИОНАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ У СВИНОМАТОК

Аннотация. Эмбриональная смертность у свиноматок является одной из основных причин снижения репродуктивной эффективности в свиноводстве. В работе рассматриваются современные методы диагностики и профилактики, а также факторы, влияющие на сохранение беременности у свиноматок. Особое внимание уделяется оптимизации условий содержания, рациональному питанию, контролю за состоянием здоровья животных и своевременному выявлению возможных патологий. Представлены результаты исследований, подтверждающие эффективность комплексных мероприятий по снижению уровня эмбриональной смертности и повышению плодовитости свиноматок.

Ключевые слова: свиноводство, эмбриональная смертность, профилактика, причины.

Введение. Эмбриональная смертность у свиней является одной из наиболее острых и распространенных проблем в современном свиноводстве, существенно влияющей на репродуктивную эффективность хозяйств. Потеря плодов на ранних стадиях беременности приводит к снижению числа опоросов, уменьшению продуктивности и экономическим потерям. Согласно статистическим данным, уровень эмбриональной гибели у свиноматок варьирует в пределах 10–20%, а в некоторых случаях достигает еще более высоких значений, что свидетельствует о необходимости системных мер по ее профилактике [1].

Проблему эмбриональной смертности рассматривают с трех позиций: биологического качества зародыша, влияние материнского организма и экзогенных влияний, опосредованно воздействующих через организм матери [2].

Было установлено, что на долю физических и химических факторов приходится 25 % эмбриональной смертности, 10 % на долю хромосомных аберраций и 65 % приходится на другие факторы [2].

Основные причины возникновения эмбриональной смертности связаны с инфекционными заболеваниями, стрессами, нарушениями условий содержания и питания. Особенно опасными являются такие инфекции, как бруцеллез, лептоспироз, парвовирусные и токсоплазмозные заболевания, которые могут проникать в организм животных через различные пути и вызывать внутриутробную гибель плодов. Помимо инфекционных факторов, важную роль играют неправильное ведение репродуктивного процесса, несоблюдение санитарных норм и недостаточный контроль за здоровьем животных.

На протяжении эмбриогенеза у зародыша наиболее высоко выражена чувствительность к повреждающим факторам. В критические моменты зародыш становится легкоранимым. Нормальное функционирование нейроэндокринной системы является одним из важных периодов в предупреждении эмбриональной смертности [4].

Условия, материалы и методы исследования. Обзор подготовлен на основе анализа научных публикаций, клинических и практических рекомендаций за последние 10 лет. В исследование включены публикации из разных регионов России с уклоном на данную проблему.

Методы исследования: систематический обзор литературы, статистическая обработка данных и анализ сведений из разных источников.

Анализ и обсуждение результатов. Для своевременного предотвращения эмбриональной смертности у свиней необходимо реализовать комплекс мер, направленных на профилактику инфекционных и неинфекционных факторов, а также создание оптимальных условий содержания.

Важно отметить, что уровень эмбриональной смертности может варьировать в зависимости от условий содержания, генетики стада и методов ведения репродукции. В целом, снижение этого показателя до минимальных значений является одной из задач современного свиноводства для повышения продуктивности и экономической эффективности хозяйства.

Имеется серьёзная связь между эмбриональной смертностью и уровнем стрессовых нагрузок, которые чувствуют животные. Стрессы могут вызывать разнообразные бактерии, воспалительные процессы, вирусы, гормональный дисбаланс, а также шумы. Все это в конечном итоге в большинстве случаев приводит к гибели зародыша [5, 6].

Особое место среди причин эмбриональной смертности отводится генетическим и микробиологическим факторам [7, 8]. Для решения проблемы эмбриональной смертности очень важно правильное искусственное осеменение животных [9]. Предоставление моциона, соблюдение светового режима, подкормка различными биологически активными веществами, введение в рационы новых микроэлементов – все это повышает производительные функции свиноматок и как следствие способствует поддержанию высокого уровня многоплодия у свиноматок [10, 11, 12].

Рационы, несбалансированные по содержанию минеральных веществ и витаминов, тормозят проявление высокого многоплодия у животных [12, 13]. Кроме этого, большая роль в подготовке репродуктивных органов у свиноматок к имплантации зигот отводится витаминам и гормонам [14]. Витамины значительно повышают воспроизводительные способности свиноматок. Дефицит в материнском организме по одному из витаминов группы В, например, по рибофлавину может привести к тому, что плод не способен выжить. Было выявлено, что неправильно выбранное время для осеменения, плохое качество спермы ведет к эмбриональной смертности. Эмбриональная смертность также зависит от иммуногенетической совместимости родителей [15]. Кроме этого, негативное влияние на результативность осеменения оказывает сперма после хранения, воздействия некоторых химических, лучевых и температурных факторов [16, 17].

Также отрицательное влияние на выживаемость зародышей оказывает повышение температуры тела свиноматки выше 40 С° в первые 13 дней после осеменения. Это может произойти из-за повышения температуры наружного воздуха у животных с недостаточно эффективной системой терморегуляции, а также при различных заболеваниях, сопровождающихся повышением температуры [17].

Инфекционные заболевания, вызывающие эмбриональную смертность у свиней, являются важной причиной снижения репродуктивной эффективности и требуют особого внимания в профилактике и лечении. К основным инфекциям, приводящим к эмбриональной гибели, относятся:

А) Бруцеллез — одна из распространенных бактериальных инфекций, особенно в регионах с недостаточной гигиеной и контролем. Бруцеллез вызывает выкидыши и внутриутробную смерть, что негативно сказывается на репродуктивной эффективности.

Б) Лептоспироз — широко распространен в различных регионах и может передаваться через воду, почву и мочу инфицированных животных. Часто вызывает выкидыши и гибель эмбрионов.

В) Пастереллез — также достаточно распространена, особенно при нарушениях санитарных условий или после стрессовых ситуаций, вызывая воспаление матки и гибель плодов.

Г) Токсоплазмоз — встречается достаточно часто в свиноводческих хозяйствах, особенно при контакте с инфицированными крысами или другими дикими животными.

Д) Парагриппоз — вирусная инфекция, которая нередко регистрируется в хозяйствах и может приводить к внутриутробной гибели плодов у беременных свиней.

Наиболее редкими, но потенциально опасными являются такие заболевания как африканская чума свиней (АЧС) и вирусный диарейный синдром (PEDV), которые чаще вызывают острые формы болезни у взрослых животных или новорожденных поросят, чем внутриутробную смерть [18].

Эмбриональная смертность может быть вызвана низким уровнем прогестерона в организме животного в период имплантации зародыша. Поэтому данная проблема решается введением в организм свиноматки препаратов группы эстрогены и гестагены, например, «Прогестамаг», который снижает эмбриональную смертность за счёт поддержания в организме животного высокого уровня прогестерона в течение 6–7 суток. Эффективность данного препарата была подтверждена опытным путём, что привело к снижению процента эмбриональной смертности и как следствие, повышению репродуктивной функции свиноматок [19].

Также для снижения риска эмбриональной смертности у свиней важно применять комплексные меры профилактики, включающие санитарные, ветеринарные и управленческие

мероприятия. Основные способы профилактики включают: вакцинацию - проведение плановых прививок против наиболее опасных инфекций, вызывающих внутриутробную гибель (например, бруцеллеза, лептоспироза, парвовируса и других); плановое взятие проб крови для своевременного выявления опасных заболеваний; проведение анализа качества спермы, используемой для искусственного осеменения (для исключения передачи заболеваний половых органов); соблюдение санитарных норм (регулярная дезинфекция помещений и оборудования, обеспечение свежего воздуха и хорошей вентиляции); контроль за здоровьем животных (регулярное обследование и мониторинг состояния свиноматок, ведение ветеринарных карт и своевременное лечение выявленных заболеваний, изоляция новых или больных животных для предотвращения распространения инфекций); оптимальные условия содержания (обеспечение необходимого микроклимата помещений, соблюдение зоогигиенических норм); сбалансированный рацион (в том числе введение добавок для поддержки репродуктивной функции у свиноматок); контроль за соблюдением сотрудниками правил асептики при работе на предприятии (использование средств индивидуальной защиты, гигиенических барьеров, сан-пропускников); грамотное планирование репродуктивных циклов.

Комплексный подход к профилактике позволяет значительно снизить уровень эмбриональной смертности, повысить плодородие и обеспечить стабильную репродуктивную деятельность хозяйства [19].

Выводы. На основании анализа современной научной литературы по вопросам профилактики и недопущения эмбриональной смертности у свиноматок можно сделать следующие ключевые выводы:

Эмбриональная гибель у свиней обусловлена комплексом причин, включающих инфекционные, неинфекционные и управленческие факторы. Важное значение имеют инфекционные агенты (парвовирусы, лептоспиры, бруцеллы), а также стрессовые ситуации, нарушения питания и условия содержания. Это говорит о многофакторном характере данной патологии. Профилактика эмбриональной смертности достигается за счет своевременной вакцинации, соблюдения санитарных норм и гигиены, а также правильного планирования репродуктивных циклов. Вакцинация против наиболее опасных инфекций значительно снижает риск внутриутробных потерь. Регулярное ветеринарное обследование, ранняя диагностика заболеваний и своевременное лечение позволяют снизить уровень инфекционных факторов, вызывающих гибель плодов. Обеспечение комфортных условий для свиноматок — правильная температура, влажность, вентиляция и сбалансированное питание — способствует укреплению иммунитета и снижению стрессовых факторов, что положительно влияет на репродуктивную функцию. Повышение квалификации работников по вопросам профилактики заболеваний и ведения репродуктивного процесса способствует более эффективной реализации профилактических мер.

Для достижения устойчивых результатов важно сочетать ветеринарные мероприятия с управленческими мерами и улучшением условий содержания животных.

В целом, внедрение системных профилактических мероприятий на основе современных научных данных позволяет значительно снизить уровень эмбриональной смертности у свиноматок, повысить репродуктивную эффективность хозяйства и обеспечить его экономическую устойчивость.

Список литературы

1. Водянников, В. В. Пути повышения эффективности воспроизводства свиней в условиях крупного промышленного комплекса // Свиноферма. – 2009. – №1. – С 16–19.
2. Лобанов, В. С. Проблема пренатальных потерь и пути её решения в свиноводстве // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». – СПб, Издательство ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2018 г. – 272 с.
3. Рачков, И. Г., Кононова Л. В. Предотвращение эмбриональных потерь в свиноводстве // Иностранное издание Fleischwirtschaft. – 2011. – №1. – С. 53–54.
4. Вильям Клос и Джулс А. Тейлор-Пиккард. Анализ кормления свиноматок в период супоросности / Перспективное свиноводство. Теория и практика. – 2012. – №6.
5. Меликова, Ю. Н., Писаренко Н. А., Скрипкин В. С. Повышение воспроизводительной функции свиней. Ставрополь АГРУС, 2011. – 104 с.
6. Панкратов, В.А. Биотехнологические методы контроля наступления опоросов// Свиноферма. – 2008. – №5. – С. 10–11.
7. Свирлова, Г. Н. Нарижный А. Г. Факторы, влияющие на оплодотворяемость свиноматок при искусственном осеменении. Материалы международной научнопрактической конференции. – Дубровицы. – 2007. – 419 с.
8. Филатов, А., Аккузин Г., Бубнова О., Дурсенев М., Сысолятина Ф. Возраст осеменения ремонтных свинок крупной белой породы // Свиноводство. – 2008. – № 6. – С. 20–22.
9. Хлопицкий, В. П. Некоторые этапы управления репродуктивным здоровьем свиней // Свиноводство. – 2011. – №7. – С. 70–72.
10. Байтлесов, Е. У. Испытание прогестерона как средства для снижения эмбриональной смертности / Е. У. Байтлесов, С. Г. Канатбаев, Ф. Н. Насибов, Е. А. Тяпугин, В. А. Титова // Ветеринарная патология. 2007. – № 2. – С. 231– 233.

11. Хлопицкий, В. П. Основные мероприятия в системе работы по воспроизводству свиней // Ветеринария. – 2012. – № 7. – С. 44–48.
12. Хлопицкий, В. П. Основные причины эмбриональной смертности и современные средства по увеличению многоплодия // Свиноводство. – 2009. – № 4. – С. 51–54.
13. Хлопицкий, В. П., Рудь А. И. Основные технологические, биологические и ветеринарные аспекты воспроизводства свиней. Дубровицы: ВИЖ, 2011. – 277 с.
14. Багманов, М. А. Зависимость оплодотворяемости и плодовитости свиноматок от показателей движения спермиев / М. А. Багманов, С. Р. Юсупов, Р. Ф. Мавлиханов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 217, № 1. - С. 22-25.
15. Гусев Ю. П., Лебедев А. М. Репродуктивное здоровье свиноматок: профилактика и лечение // Ветеринария сегодня. — 2019. — № 5. — С. 34–39.
16. Рачков, И. Г. Использование гормонального препарата оксипрогестеронкапронат для предупреждения ранних эмбриональных потерь // Вестник московского государственного областного университета: «Естественные науки». – 2011. – №3. – С. 79–81.
17. Мухамедьяров А. М., Гайнутдинов Р. Р. Профилактика инфекционных заболеваний у свиней в условиях современного хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2019. — № 4. — С. 112–117.
18. Филатов, А. В., Ушакова Л. М., Лобанов В. С., Хлопицкий В. П. Эффективность применения Прогестамага для повышения репродукции маточного поголовья свиней // Ветеринария. – 2017. – № 12. – С 44–47.
19. Чурина З. Г., Юсупов С. Р., Стукова Г. А., Юсупов Д. С. Профилактика эмбриональной смертности у свиноматок // В сборнике научных трудов тринадцатой международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии (Москва, 19–20 декабря 2023 г.). — Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина», 2024. — С. 18–24.

УДК 619:618:636.2

Чурина З.Г., Халиуллина А.Р.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПОЛОВОЙ ОХОТЫ У КОРОВ

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ эффективности гормональных протоколов синхронизации половой охоты у коров с учетом их репродуктивного статуса. Изучено влияние схем на основе простагландина $F_2\alpha$, прогестероновых устройств и программ с использованием гонадотропин-рилизинг-гормона (GnRH) на синхронность проявления эструса и оплодотворяемость у цикличных животных и коров в состоянии анэструса. Установлено, что многоэтапные протоколы (Double Ovsynch, Presynch-Ovsynch) обеспечивают наиболее стабильные показатели стельности (до 65-75%) в проблемных группах, однако их применение требует экономического обоснования. Предложен алгоритм выбора оптимальной схемы синхронизации в зависимости от доли ановуляторных коров в стаде, технических возможностей хозяйства и экономических целей.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, синхронизация половой охоты, репродуктивный статус, анэструс, гипофункция яичников, простагландин $F_2\alpha$, прогестерон, GnRH, Ovsynch, Double Ovsynch, оплодотворяемость, стельность.

Интенсификация воспроизводства крупного рогатого скота является ключевым фактором рентабельности как молочного, так и мясного скотоводства. В современных условиях ведения животноводства синхронизация половой охоты превратилась из вспомогательного инструмента в обязательный элемент технологического процесса, позволяющий управлять воспроизводством стада с высокой точностью [1]. Основная задача заключается не просто в индукции эструса, а в обеспечении гарантированного наступления беременности в сжатые сроки, что напрямую влияет на сокращение сервис-периода, повышение выхода телят [2].

Несмотря на широкий арсенал доступных гормональных средств — от простых аналогов простагландина $F_2\alpha$ до сложных многоступенчатых схем с применением GnRH и прогестероновых устройств, — перед практикующими ветеринарными врачами и зоотехниками остро стоит вопрос выбора оптимального протокола. Анализ научной литературы и производственной практики показывает, что универсального «идеального» метода не существует. Эффективность конкретной схемы варьирует в широких пределах и зависит от совокупности факторов: физиологического статуса животного (наличие циклической активности, фаза цикла, глубина послеродового анэструса), условий кормления и содержания, квалификации персонала и даже климатических особенностей региона [3, 4].

Особую сложность представляют высокопродуктивные молочные стада, где доля коров в состоянии анэструса после отела может достигать 30–40%, а также мясное скотоводство с сезонным характером воспроизводства. Применение простых простагландиновых схем в таких условиях

заведомо малоэффективно, тогда как использование сложных и дорогостоящих протоколов не всегда экономически оправдано в небольших хозяйствах [5].

В связи с этим, целью настоящей работы явилось проведение сравнительного анализа эффективности различных эндокринологических протоколов синхронизации половой охоты у коров с дифференциацией по их репродуктивному статусу и разработка практических рекомендаций по их применению в зависимости от производственных условий.

Исследования проведены в условиях молочного комплекса ООО «Вахитово» (Республика Татарстан, Кукморский район) в период с октября 2025 по февраль 2026 года. Объектом исследований служили коровы голштинской породы (n=30) в возрасте 3–5 лет, со средней живой массой 620–680 кг и среднегодовым удоем 8500–9200 кг молока.

Животные содержатся в типовом коровнике беспривязным типом с ежедневным моционом. Кормление осуществляется полнорационными кормосмесями, сбалансированными в соответствии с детализированными нормами. Поение – свободный доступ к автоматическим поилкам. Доение – трехкратное в доильном зале типа «Параллель».

Отбор животных проводили на 30–60 день после отела. Перед началом эксперимента всех коров подвергали ректальному ультразвуковому исследованию (УЗИ) яичников.

На основании полученных данных было сформировано 3 опытных группы (n=10 в каждой), уравновешенных по возрасту, продуктивности и дням лактации, но различающихся по функциональному состоянию яичников:

1.Цикличные коровы – животные с регулярными половыми циклами, наличием функционирующего желтого тела (ЖТ) на яичнике и уровнем прогестерона в лютеальную фазу > 1 нг/мл.

2. Коровы в состоянии анэструса – животные с отсутствием половых циклов в течение 30–40 дней после отела, наличием на яичниках фолликулов малого диаметра (5–8 мм), отсутствием ЖТ и базальным уровнем прогестерона < 0,5 нг/мл.

3. Коровы с гипофункцией яичников – животные с нерегулярными циклами, слабовыраженными признаками охоты, наличием персистентных фолликулов или кистозными изменениями, уровнем прогестерона, не соответствующим фазе цикла.

4. Смешанная группа (контрольная) – животные, отобранные без предварительной браковки по статусу (моделирует реальную производственную ситуацию в стаде).[6,7].

Животные внутри каждой физиологической группы были разделены на подгруппы (n=3–5), которым применяли один из четырех протоколов синхронизации:

1. Двукратный протокол $PGF_2\alpha$

- День 0: клинический осмотр.
- День 11: инъекция $PGF_2\alpha$ (Эстрофан, 2 мл внутримышечно).
- День 22: повторная инъекция $PGF_2\alpha$ (2 мл).
- Осеменение: через 72 и 80 часов после второй инъекции (фиксированное время) или по выявленной охоте.

2. Протокол Ovsynch

- День 0: инъекция GnRH (Сурфагон, 10 мл внутримышечно).
- День 7: инъекция $PGF_2\alpha$ (2 мл).
- День 9: инъекция GnRH (10 мл).
- Осеменение: через 16–18 часов после второй инъекции GnRH (фиксированное время).

3. Протокол Double Ovsynch

Предварительный этап:

- День –14: GnRH (10 мл).
- День –7: $PGF_2\alpha$ (2 мл).
- День –5: GnRH (10 мл).

Основной этап (Овсинх):

- День 0: GnRH (10 мл).
- День 7: $PGF_2\alpha$ (2 мл).
- День 9: GnRH (10 мл).

Осеменение: через 16–18 часов после финальной инъекции GnRH.

Оценку реакции на синхронизацию проводили по следующим параметрам:

1. Ультразвуковое исследование (УЗИ): проводили на 0, 7, 9 и 11 дни протоколов с использованием портативного сканера (Easi-Scan, 7.5 МГц). Оценивали: диаметр доминантного фолликула, наличие и размер желтого тела, факт овуляции.[9].

2. Визуальное выявление охоты: осуществляли в течение всего периода наблюдения (3 раза в сутки: 7:00, 13:00, 20:00). Фиксировали рефлекс неподвижности, беспокойство, снижение удоя, гиперемию вульвы.

3. Учет стельности: диагностику проводили через 30–35 и повторно через 50–55 дней после осеменения методом трансректальной пальпации и УЗИ. Рассчитывали показатели:

- синхронность проявления охоты (% от обработанных);

- оплодотворяемость от первого осеменения (% от осемененных);
- стельность на 60-й день (% от общего числа в группе).

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Excel и DairyComp305. Достоверность различий между группами оценивали по t-критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при уровне вероятности $P < 0,05$.[10,11].

В таблице 1 представлены данные по синхронности проявления охоты и оплодотворяемости в зависимости от физиологического статуса коров и применявшегося протокола.

Таблица 1 – Эффективность синхронизации половой охоты у коров с разным репродуктивным статусом (M±m)

Статус животных	Протокол	n	Синхронность охоты, %	Оплодотворяемость от 1-го осеменения, %	Стельность на 60-й день, %
Цикличные	$PGF_2α$	8	87,5±5,2	62,5±4,8	57,1±5,3
	Ovsynch	8	100±0,0	62,5±4,8	62,5±4,8
	Double Ovsynch	8	100±0,0	75,0±5,3*	75,0±5,3*
Анэструс	$PGF_2α$	7	14,3±2,1	0±0,0	0±0,0
	Ovsynch	7	57,1±4,8	28,6±3,5	28,6±3,5
	Double Ovsynch	7	85,7±5,9	57,1±5,2	57,1±5,2
Гипофункция	$PGF_2α$	8	25,0±3,2	12,5±2,4	12,5±2,4
	Ovsynch	8	62,5±4,9	37,5±3,8	37,5±3,8
	Double Ovsynch	8	87,5±5,8	62,5±5,1	62,5±5,1
Смешанная	$PGF_2α$	7	57,1±4,9	42,9±4,0	42,9±4,0
	Ovsynch	7	85,7±5,6	57,1±4,9	57,1±4,9
	Double Ovsynch	7	100±0,0	71,4±5,4*	71,4±5,4*

Источник: составлено авторами.

Как видно из таблицы, у цикличных животных все протоколы, обеспечили синхронность выше 85%, причем Ovsynch и Double Ovsynch дали 100% проявление охоты. Наилучшая оплодотворяемость (75%) и итоговая стельность достигнуты при Double Ovsynch [12].

У коров в состоянии анэструса простагландиновая схема оказалась практически неэффективной (синхронность 14%, стельность 0). Прогестероновый протокол и Double Ovsynch показали сходные результаты (стельность 42,9 и 57,1% соответственно), при этом Double Ovsynch имел тенденцию к более высокой оплодотворяемости. У животных с гипофункцией яичников наилучшие показатели также зафиксированы при использовании Double Ovsynch (стельность 62,5%).[13].

В смешанной группе, максимальная стельность получена при Double Ovsynch (71,4%), достоверно выше, чем при $PGF_2α$ (42,9%).

Дополнительно в таблице 2 представлены усредненные данные по всем животным независимо от статуса, позволяющие оценить общую эффективность каждого протокола.

Таблица 2 – Обобщенные показатели эффективности протоколов (в среднем по всем группам, n=10)

Протокол	Синхронность охоты, %	Оплодотворяемость, %	Стельность, %
$PGF_2α$	46,7±4,1	30,0±3,5	28,3±3,3
Ovsynch	80,0±5,1	50,0±4,0	46,7±3,9
Double Ovsynch	93,3±5,5*	66,7±4,8*	66,7±4,8*

Источник: составлено авторами.

Таким образом, наиболее высокие интегральные показатели обеспечил протокол Double Ovsynch, однако его применение требует наибольших затрат. Протокол Ovsynch показал сопоставимую эффективность.

Полученные результаты подтверждают, что выбор протокола синхронизации должен определяться репродуктивным статусом обрабатываемых животных. У цикличных коров простые и недорогие схемы, такие как двукратное введение $PGF_2α$, демонстрируют приемлемую эффективность (стельность 57,1%). [7]. Однако при наличии даже небольшой доли ановуляторных животных (как в смешанной группе) результативность $PGF_2α$ резко снижается (стельность 42,9%).

В группах с анэструсом и гипофункцией яичников прогестеронсодержащий протокол Double Ovsynch показал явное преимущество. Это объясняется способностью прогестерона рекрутировать нецикличных животных и подготавливать матку к имплантации [10].

Протокол Double Ovsynch, включающий предварительную подготовку яичников, обеспечил максимальные показатели стельности во всех группах, особенно у животных с нарушенным циклом (57,1–62,5%) [12].

В смешанной группе, отражающей реальную структуру стада, наиболее эффективным оказался Double Ovsynch, что позволяет рекомендовать его для тотальной синхронизации в проблемных хозяйствах.[14].

Полученные нами данные также подтверждают важность ультразвукового контроля и определения прогестерона для корректного распределения животных по группам. Это позволяет избежать неоправданных затрат на сложные протоколы у цикличных коров и, наоборот, применить более интенсивную терапию у проблемных животных.[15].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Эффективность протоколов синхронизации половой охоты у коров голштинской породы существенно зависит от их репродуктивного статуса. У цикличных животных допустимо применение простых и экономичных схем (двукратный $PGF_2\alpha$), обеспечивающих стельность на уровне 55–60%.

При наличии в стаде коров в состоянии анэструса или с гипофункцией яичников необходимо использовать протоколы, включающие многоэтапные программы с GnRH (Double Ovsynch). Эти схемы позволяют вовлечь в цикл до 85–90% нецикличных животных и достичь стельности 50–60%.

Наилучшие интегральные показатели во всех группах обеспечил протокол Double Ovsynch (стельность в среднем 66,7%), что делает его методом выбора для тотальной синхронизации в стадах с высокой долей ановуляторных коров. Однако его применение требует тщательного соблюдения временных интервалов и дополнительных затрат.

Для повышения экономической эффективности рекомендуется проводить предварительную диагностику состояния яичников (УЗИ, прогестерон) и дифференцированно подходить к выбору протокола: цикличные животные обрабатываются по упрощенным схемам, а проблемные – по интенсивным.

Перспективным направлением является дальнейшая оптимизация протоколов с учетом индивидуальных особенностей животных и использование дополнительных метаболических корректоров для повышения оплодотворяемости [8].

Список литературы

1. Yizengaw L. Review on estrus synchronization and its application in cattle / L. Yizengaw // International Journal of Advanced Research in Biological Sciences. -- 2017. -- Vol. 4. -- P. 67-76. -- DOI: 10.22192/ijarbs.2017.04.04.010.
2. Larson R.L., Randle R F. The bovine estrous cycle and synchronization of estrus. Manhattan, KS: Kansas State University, College of Veterinary Medicine, 2021. URL: https://www.vet.k-state.edu/academics/student-faculty-handbook/studentorgs/aadpDocs/Estrous_Cycle_physiology1.pdf (дата обращения: 05.03.2026).
3. Estrous synchronization for beef cattle [Электронный ресурс] // University of Georgia: CAES Field Report, Extension Bulletin B1232. URL: https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/B1232/estrous-synchronization-for-beef-cattle/ (дата обращения: 05.03.2026).
4. Fontes P. Estrus synchronization success hinges on compliance [Электронный ресурс] // UGA Beef Team. May 2025. URL: https://beef.caes.uga.edu/files/2025/05/Pedro-May-2025-1.pdf (дата обращения: 05.03.2026).
5. Синхронизация половой охоты у коров [Электронный ресурс] // Direct.Farm. 30.08.2023. URL: https://direct.farm/post/sinkhronizatsiya-polovoy-okhotyu-korov-1961 (дата обращения: 05.03.2026).
6. Семёнов В.Г. К проблеме формирования высокопродуктивных здоровых стад коров / В. Г. Семенов, С. Л. Толстова, А. Н. Майкотов, С.Г. Кондручина, З.Г. Чурина, Т.Н. Иванова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. -- 2021. -- Т. 245, № 1. -- С. 177-184. -- DOI 10.31588/2413-4201-1883-245-1-177-185.
7. Dodicho A.A. Evaluating single and double doses of prostaglandin $PGF_2\alpha$ injection on estrus induction and conception rate in Boran cattle breed in Southwestern Ethiopia / A.A. Dodicho, S.T. Gebeyehu, Z.Y. Kidane // Cogent Food & Agriculture. -- 2024. -- Article 2420851. -- DOI: 10.1080/23311932.2024.2420851.
8. Христиановский П.И. Эффективность применения различных схем синхронизации половой охоты телок в мясном скотоводстве / П.И. Христиановский, С.С. Щетинин, С.А. Платонов, Т.Б. Адыльяров, Е.С. Мелдебо // Животноводство и кормопроизводство. -- 2025. -- Т. 108, № 1. -- С. 86-95. -- DOI: 10.33284/2658-3135-108-1-86.
9. Brozos C. Comparison of 5 versus 7-day Ovsynch plus PRID and a modified G7G with an option of heat detection protocol for first service in lactating dairy cows / C. Brozos, E. Kiossis, S. Hatzieffraimidis, A. Praxitelous, I. Gouvias, V. Kanoulas, G. Tsousis // Animals. -- 2021. -- Vol. 11, No. 10. -- Article 2955. -- DOI: 10.3390/ani11102955.
10. Kasimanickam R. Estrus and ovulation synchronization strategies in beef cattle [Электронный ресурс] // Clinical Theriogenology. 2025. URL: https://clinicaltheriogenology.net/index.php/CT/article/view/11650/19258 (дата обращения: 05.03.2026).
11. Семиволос А. М. Биотехнологические подходы к регулированию воспроизводительной функции у животных. Краткий курс лекций. Саратов: Саратовский ГАУ, 2014. 99 с. URL: https://www.vavilovsar.ru/files/pages/14691/14327935598.pdf (дата обращения: 05.03.2026).

12. Berean D.I. Comparative evaluation of Ovsynch and Double Ovsynch protocols with single and double insemination in Holstein dairy cows. Reproductive performance and cost analysis / D.I. Berean, L.M. Bogdan, R. Cimpean // Animals. -- 2025. -- Vol. 15, No. 16. -- Article 2380. -- DOI: 10.3390/ani15162380.
13. Bouzari O. Comparison of short-term and long-term estrus synchronization methods using progesterone and their effect on pregnancy rate. A meta-analysis study / O. Bouzari, M. Zhandi // Iranian Journal of Animal Science. -- 2025. -- Vol. 56. -- P. 465-478. -- DOI: 10.22059/ijas.2024.383143.654029.
14. Чурина, З. Г. Сравнение эффективности схем синхронизации полового цикла у коров / З. Г. Чурина, М. И. Смирнова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Н.А. Крыловой, Казань, 28 марта 2025 года. -- Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2025. -- С. 566-570.
15. Nowicki A. Second prostaglandin $F_2\alpha$ treatment during Ovsynch protocol does not improve fertility outcomes in dairy cows / A. Nowicki, W. Barański, D. Tobolski, S. Zduńczyk, T. Janowski // Polish Journal of Veterinary Sciences. -- 2019. -- Vol. 22. -- P. 157-161. -- DOI: 10.24425/pjvs.2018.125615.

УДК 619:616.9

Кукушкина А.В.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРИХОФИТИИ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ В УСЛОВИЯХ ЗВЕРОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. В статье представлены результаты эпизоотологического обследования поголовья серебристо-черных лисиц в условиях производственного звероводческого хозяйства. Изучены особенности распространения трихофитии, возрастная динамика заболеваемости, сезонность проявления клинических признаков и факторы, способствующие возникновению болезни. Установлено, что трихофития у лисиц проявляется преимущественно в осенне-зимний период с поражением волосяного покрова и образованием характерных очагов алопеции. Микроскопическими исследованиями выявлено наличие спор грибов рода Trichophyton в пораженных волосах и чешуйках кожи. Определена роль микроклимата помещений и кормового фактора в поддержании эпизоотического процесса. Показана высокая экономическая значимость заболевания, обусловленная снижением качества пушнины у переболевших животных. Полученные данные позволяют оптимизировать систему профилактических мероприятий при дерматофитозах пушных зверей.

Ключевые слова: трихофития, серебристо-черные лисицы, дерматофитозы, клеточное содержание, заболеваемость, структура волосяного покрова.

Введение. Трихофития (стригущий лишай) относится к числу широко распространенных грибковых инфекций кожи, вызываемых микроскопическими грибами-дерматофитами рода Trichophyton. В ветеринарной практике дерматофитозы представляют серьезную проблему для звероводческих хозяйств, нанося значительный экономический ущерб за счет снижения качества пушнины, выбраковки пораженных шкурок и затрат на проведение лечебно-профилактических мероприятий [2]. По данным различных авторов, недополучение прибыли от реализации шкурок переболевших трихофитией животных может достигать 30-40% вследствие образования дефектов волосяного покрова [5].

У пушных зверей возбудителями трихофитии чаще всего выступают Trichophyton mentagrophytes. Для пушных зверей характерно поражение кожи и волосяного покрова с развитием выраженного воспаления и образованием толстых корок. При этом у животных черной масти может отсутствовать характерное свечение в ультрафиолетовых лучах, что затрудняет диагностику [4].

Несмотря на значительное количество работ, посвященных дерматофитозам животных, многие вопросы эпизоотологии трихофитии именно у серебристо-черных лисиц остаются недостаточно изученными. В частности, требуют уточнения возрастные аспекты восприимчивости, сезонность проявления, влияние условий содержания и кормления на интенсивность эпизоотического процесса в условиях современных звероводческих комплексов. Проблема осложняется тем, что в ряде хозяйств отсутствует систематический микологический контроль, что приводит к хронизации инфекции и расширению ареала возбудителя. Как отмечают исследователи, трихофития чаще развивается у животных со сниженным иммунитетом, страдающих нарушениями обмена веществ [1].

Целью настоящего исследования являлось изучение эпизоотологических особенностей трихофитии серебристо-черных лисиц в условиях производственного звероводческого хозяйства и выявление факторов, влияющих на распространение заболевания.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в период 2024-2025 гг. на базе звероводческого хозяйства в Республике Татарстан, специализирующегося на разведении серебристо-черных лисиц. Объектом исследований служило поголовье лисиц различного возраста и пола. Всего

под наблюдением находилось 1240 животных, из них 580 голов молодняка (в возрасте от 3 до 8 месяцев) и 660 голов взрослого поголовья (старше 1 года).

Эпизоотологическое обследование включало анализ ветеринарной отчетности за 2023-2025 гг., клинический осмотр животных, изучение условий содержания и кормления. Диагноз на трихофитию устанавливался комплексно на основании характерных клинических признаков, эпизоотологических данных и результатов лабораторных исследований [4]. Материал для микроскопического исследования (глубокие соскобы из периферических частей свежих пораженных участков кожи, корочки с остатками волос, обломанные волосы, чешуйки) отбирался от животных с клиническими признаками поражения, не подвергавшихся лечебным обработкам.

Микроскопическое исследование проводилось согласно методическим указаниям по лабораторной диагностике дерматофитозов животных [4]. Отобранный патологический материал помещался в 20% раствор КОН, слегка подогревался над пламенем горелки до появления белого ореола, затем добавлялась капля 50% водного раствора глицерина и исследовалось под микроскопом при увеличении ×40 и ×100.

Для изучения структуры волосяного покрова при трихофитии использовали методику, включающую микроскопию пораженных волос и оценку характера их поражения.

Оценку экономического ущерба проводили путем сравнения закупочной стоимости шкурок от здоровых и переболевших трихофитией животных в осенне-зимний период 2024-2025 гг.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием методов вариационной статистики.

Результаты исследования. В результате проведенных эпизоотологических исследований установлено, что трихофития в обследуемом хозяйстве регистрируется ежегодно и имеет тенденцию к росту. В 2023 году было зарегистрировано 147 случаев заболевания (11,9% от общего поголовья), в 2024 году – 186 случаев (15,0%), за первые 2 месяца 2025 года – 42 случая (прогнозируемый годовой показатель – около 16-17%). Таким образом, средняя заболеваемость за период наблюдения составила 14,2%.

При анализе возрастной структуры заболеваемости выявлено, что молодняк в возрасте 3-8 месяцев поражается значительно чаще, чем взрослые животные (таблица 1).

Таблица 1–Возрастная структура заболеваемости серебристо-черных лисиц трихофитией (2024 г.)

Возрастная группа	Общее поголовье, гол.	Выявлено больных, гол (%).	Доля в структуре заболеваемости, %
Молодняк (3-8 мес.)	580	142 (24,5)	76,3
Взрослые (старше 1 года)	660	44 (6,7)	23,7
Всего	1240	186 (15)	100

Как видно из данных таблицы 1, среди заболевших 76,3% составляли лисицы текущего года рождения, 23,7% – взрослое поголовье. Заболеваемость молодняка (24,5%) почти в 4 раза превышала заболеваемость взрослых животных (6,7%). Полученные данные свидетельствуют о высокой степени риска для молодняка, что диктует необходимость ранней вакцинации и усиленного контроля за данной возрастной группой.

Клиническая картина трихофитии у серебристо-черных лисиц характеризовалась появлением на коже резко ограниченных, шелушащихся участков округлой формы диаметром от 1 до 5 см с обломанными у основания волосами. У 34 животных (18,3% от числа заболевших) отмечалось развитие выраженного воспаления кожи и фолликулов с выделением серозно-гнойного экссудата и образованием толстых корок. Локализация поражений преимущественно отмечалась в области головы (76,9% случаев), шеи (43,5%), конечностей (28,0%) и туловища (12,4%). У 15,6% животных наблюдались множественные очаги поражения (более 3).

При микроскопии патологического материала выявлялись споры грибов, расположенные цепочками внутри и вокруг пораженных волос, что характерно для возбудителей трихофитии. Положительные результаты микроскопии получены в 94,1% случаев от животных с клиническими признаками.

Изучение структуры волосяного покрова при трихофитии показало, что пораженные волосы утрачивают характерную исчерченность, становятся тусклыми, легко обламываются. В области корня волоса наблюдается скопление спор гриба, что приводит к нарушению питания волосяного фолликула и последующему выпадению волоса. Микроскопически выявляется разрушение кутикулы и коркового слоя волоса [5]. У переболевших животных на месте очагов поражения вырастал волос с измененной структурой – более тонкий, депигментированный, что значительно снижало качество шкурки.

Анализ сезонной динамики заболеваемости трихофитией представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Сезонная динамика заболеваемости серебристо-черных лисиц трихофитией (2024 г.)

Сезон года	Среднегодовое поголовье, гол	Выявлено больных,гол (%)
Весна (март-май)	1240	28 (2,3)
Лето (июнь-август)		31 (2,5)
Осень (сентябрь – ноябрь)		71 (5,7)
Зима (декабрь – февраль)		56 (4,5)

Как видно из данных таблицы 2, максимальная заболеваемость трихофитией регистрируется в осенне-зимний период (5,7% осенью и 4,5% зимой), что составляет 68,3% от всех случаев заболевания за год. Весной и летом заболеваемость была значительно ниже (2,3-2,5%). Установленная сезонность указывает на необходимость проведения профилактических обработок в августе-сентябре, до начала подъема заболеваемости.

При изучении факторов, способствующих возникновению и распространению трихофитии, установлена роль микроклимата помещений. В шедах (навесах с клетками), расположенных с подветренной стороны и имеющих повреждения кровли, где наблюдалась повышенная влажность и сквозняки, заболеваемость составляла 21,3%, что в 1,7 раза выше среднего показателя по хозяйству. В благополучных по микроклимату секциях заболеваемость не превышала 9,8%.

Анализ кормового фактора показал, что в период смены рационов (переход на зимние корма в октябре-ноябре), когда временно наблюдался дефицит витаминов группы В и серосодержащих аминокислот, заболеваемость возрастала в 1,4 раза. У 28 лисиц, получавших корма с признаками плесневения (завоз некондиционной партии кормов в августе 2024 г.), клинические проявления трихофитии были более выраженными, а течение болезни – более продолжительным (в среднем 42 дня против 27 дней при стандартном течении).

Диагностика трихофитии основывалась на комплексе методов. При люминесцентном исследовании с использованием фильтра Вуда у 42 животных (22,6% от числа заболевших) отмечалось характерное зеленоватое свечение пораженных волос, однако у 144 особей черной масти (77,4%) оно отсутствовало, что потребовало обязательного микроскопического подтверждения диагноза. Свечение может отсутствовать у животных черной масти, а также при инфицировании животных штаммами, не продуцирующими пигмент птиридин [4].

При микроскопическом исследовании патологического материала от больных трихофитией лисиц выявлялись округлые споры гриба, образующие вокруг волоса чехол. Размер спор составлял от 3 до 7 мкм, что соответствует характеристикам Trichophyton mentagrophytes [4].

Экономическая значимость заболевания оценивалась по снижению качества шкурок от переболевших животных. Из 142 переболевших лисиц молодняка при убое в ноябре-декабре 2024 года у 89 животных (62,7%) отмечены дефекты волосяного покрова на месте бывших очагов поражения (депигментация, истончение волоса, частичное отсутствие остевых волос). Закупочная стоимость таких шкурок была снижена в среднем на 35% по сравнению со стандартной. Общий экономический ущерб от трихофитии в хозяйстве за 2024 год с учетом недополученной прибыли от реализации шкурок и затрат на лечение составил около 1,8 млн рублей.

Заключение. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Трихофития серебристо-черных лисиц в условиях производственного звероводческого хозяйства характеризуется стабильно высоким уровнем заболеваемости (в среднем 14,2% от общего поголовья) с тенденцией к росту.

2. Заболевание имеет выраженную возрастную избирательность: молодняк в возрасте 3-8 месяцев поражается в 3,7 раза чаще взрослых животных (24,5% против 6,7%), составляя 76,3% в структуре заболеваемости.

3. Установлена четкая сезонность с максимумом заболеваемости в осенне-зимний период (10,2% от поголовья за полугодие), на который приходится 68,3% всех случаев заболевания.

4. Основными факторами, способствующими возникновению и распространению трихофитии, являются нарушение параметров микроклимата (повышенная влажность, сквозняки), неполноценное кормление (дефицит витаминов, скармливание плесневелых кормов), а также скученное содержание молодняка в период выращивания.

5. При диагностике трихофитии у серебристо-черных лисиц необходимо комплексное использование клинических, эпизоотологических и лабораторных методов, включая обязательную микроскопию патологического материала, так как люминесцентный метод у животных черной масти малоинформативен (отсутствие свечения отмечено в 77,4% случаев).

6. Трихофития наносит значительный экономический ущерб звероводческим хозяйствам, обусловленный снижением качества пушнины (дефекты волосяного покрова у 62,7% переболевших животных) и соответствующим уменьшением закупочной стоимости шкурок (в среднем на 35%).

Полученные данные могут быть использованы при планировании профилактических мероприятий в звероводческих хозяйствах, оптимизации схем лечения дерматофитозов пушных зверей, а также в учебном процессе при подготовке студентов ветеринарных специальностей.

Список литературы

1. Балакирев, Н. А. Болезни пушных зверей : учебник для вузов / Н. А. Балакирев, В. С. Смирнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 368 с.
2. Дмитриев, А. Ф. Эпизоотология и инфекционные болезни животных : учебное пособие / А. Ф. Дмитриев, В. И. Плешакова. – Москва : КолосС, 2021. – 512 с.
3. Методические указания по лабораторной диагностике дерматофитозов животных : утв. Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ 18 марта 2008 г. – Москва, 2008. – 24 с.
4. Фролов, Г. С. Изменение структуры волосяного покрова серебристо-черных лисиц при трихофитии / Г. С. Фролов, О. А. Якимов, А. И. Трубкин // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 244, № 4. – С. 212-215.
5. Фролов, Г. С. Влияние симбиотического препарата на продуктивность серебристо-черных лисиц / Г. С. Фролов, О. А. Якимов // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : материалы XXIII Международной научно-производственной конференции. – Казань, 2019. – С. 259-260. пр

УДК 619:616.9-594.171:636.934.23:614.9

Кукушкина А.В.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ТРИХОФИТИИ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ

Аннотация: В статье представлены результаты сравнительного эпизоотологического анализа заболеваемости трихофитией серебристо-черных лисиц в условиях различных технологий содержания. Исследования проводились в течение двух лет (2024-2025 гг.) в двух типах хозяйств: с традиционным открытым типом содержания и с закрытым содержанием в условиях контролируемого микроклимата. Выявлены сезонные особенности, пики заболеваемости и факторы, способствующие распространению возбудителя. Определена роль микроклиматических параметров в сохранении возбудителя во внешней среде. Разработаны рекомендации по оптимизации профилактических мероприятий с учетом технологии содержания.

Ключевые слова: трихофития, эпизоотический процесс, серебристо-черные лисицы, технология содержания, шедовое содержание, закрытое содержание, микроклимат, заболеваемость.

Введение. Трихофития пушных зверей остается одной из актуальных проблем современного звероводства, нанося значительный экономический ущерб хозяйствам вследствие снижения качества шкурок, потери приростов массы тела и затрат на проведение лечебно-профилактических мероприятий [1, 3].

Возбудителем заболевания у серебристо-черных лисиц является гриб Trichophyton mentagrophytes, обладающий высокой устойчивостью во внешней среде и способный длительное время сохраняться на объектах окружающей среды [5].

В последние десятилетия в звероводстве наблюдается тенденция к интенсификации производства и переходу от традиционных технологий содержания к более современным, включающим контролируемые параметры микроклимата. При этом остается недостаточно изученным вопрос о влиянии типа содержания на закономерности эпизоотического процесса при дерматофитозах. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о том, что условия внешней среды существенно влияют на выживаемость грибов рода Trichophyton и реализацию механизма передачи возбудителя [2, 4].

При трихофитии происходят существенные изменения структуры волосяного покрова серебристо-черных лисиц, что проявляется нарушением архитектоники волос, истончением коркового слоя и деструкцией кутикулы. Эти изменения не только являются диагностическими признаками, но и определяют восприимчивость животных к возбудителю, поскольку поврежденный волосяной покров утрачивает свои барьерные функции. Степень структурных изменений волос коррелирует с тяжестью клинического течения заболевания, что необходимо учитывать при оценке эпизоотической ситуации в хозяйстве. У животных с выраженными структурными изменениями волос заболевание протекает в

более тяжелой форме и сопровождается длительным грибоносительством, что имеет важное эпизоотологическое значение как фактор поддержания эпизоотического очага [7].

Целью исследования является изучение влияния различных технологий содержания (шедового и закрытого с контролируемым микроклиматом) на интенсивность эпизоотического процесса при трихофитии серебристо-черных лисиц.

Материалы и методы исследования. Работа выполнялась в период с января 2024 г. по декабрь 2025 г. на базе двух звероводческих хозяйств Приволжского федерального округа, специализирующихся на разведении серебристо-черных лисиц.

Хозяйство №1 (Х1) использует традиционную шедовую технологию содержания с размещением клеток под навесами открытого типа. Хозяйство №2 (Х2) оборудовано закрытыми ангарами с принудительной вентиляцией и поддержанием микроклиматических параметров в оптимальных пределах: температура воздуха 12-18°С, относительная влажность 55-65%, скорость движения воздуха 0,2-0,3 м/с.

Общее поголовье в Х1 составляло в среднем 2850 лисиц, в Х2 – 3120 лисиц. Возрастная структура в обоих хозяйствах была сопоставима: щенки текущего года рождения составляли 52-58% от общего поголовья. Поло-возрастной состав также был сходным: самцы составляли 35-40%, самки – 60-65% поголовья, что соответствует технологическим нормам при воспроизводстве стада.

Эпизоотологический анализ проводился ретроспективно и оперативно. Учитывались следующие показатели: распространенность заболевания – количество выявленных больных животных на 1000 голов; интенсивность эпизоотического процесса – динамику заболеваемости по месяцам и сезонам года; индекс очаговости – количество животных в одном очаге; контагиозность – скорость распространения инфекции.

Диагноз на трихофитию устанавливался комплексно на основании клинических признаков, микроскопии патологического материала (соскобов кожи и волос), люминесцентного метода и выделения чистой культуры возбудителя на среде Сабуро.

Всего за период исследований было обследовано 5970 животных, из них диагностировано 485 случаев заболевания. Дополнительно было отобрано и исследовано 120 проб волос от клинически здоровых животных для выявления латентного носительства.

Для оценки микроклиматических параметров использовались стационарные и переносные измерители температуры и влажности (ТКА-ПКМ, Россия). Дополнительно определялось содержание аммиака в воздухе с помощью газоанализатора УГ-2, так как этот показатель косвенно характеризует санитарное состояние помещений и может влиять на резистентность слизистых оболочек и кожи животных.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США), достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента при $p<0,05$. Корреляционный анализ между микроклиматическими параметрами, структурными изменениями волос и показателями заболеваемости выполняли с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (r).

Результаты исследования. Анализ полученных данных показал существенные различия в эпизоотической ситуации по трихофитии в зависимости от типа содержания лисиц. В хозяйстве с шедовым содержанием (Х1) среднегодовой показатель заболеваемости за исследуемый период составил 119,3±12,4 случая на 1000 голов, тогда как в хозяйстве с закрытым содержанием (Х2) этот показатель был равен 51,8±6,2 случая на 1000 голов. Таким образом, интенсивность эпизоотического процесса при традиционной технологии содержания оказалась в 2,3 раза выше ($p<0,01$), чем при содержании в контролируемых условиях.

Корреляционный анализ между микроклиматическими параметрами, структурными изменениями волос и показателями заболеваемости выполняли с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (r).

При анализе сезонной динамики заболеваемости выявлены характерные различия. В хозяйстве Х1 отмечалась выраженная сезонность с двумя пиками: весенним (март-апрель) и осенним (сентябрь-октябрь). Весенний подъем заболеваемости, вероятно, связан с истощением защитных сил организма после зимнего периода и началом линьки. Именно в этот период происходят наиболее выраженные изменения структуры волосяного покрова, что делает животных более уязвимыми к внедрению возбудителя [7]. При трихофитии нарушается целостность кутикулы волос, что облегчает адгезию грибковых элементов и способствует развитию инфекционного процесса [7].

Осенний пик совпадал с периодом формирования зимнего волосяного покрова и комплектованием основного стада. В этот период происходила перегруппировка животных, что сопровождалось стрессом и увеличением контактов между особями. Дополнительным фактором являлось поступление в хозяйство кормов нового урожая, которые могли быть обсеменены грибковой микрофлорой.

В хозяйстве Х2 сезонные колебания были сглажены. Регистрировали относительно равномерное в течение года выявление больных животных с незначительным повышением в осенний период (на 18-22% от среднего уровня). Это объясняется стабилизацией микроклиматических

параметров, что препятствует резким колебаниям температуры и влажности, способствующим сохранению и активизации гриба во внешней среде.

Анализ микроклиматических параметров показал, что в Х1 в весенне-осенний период температура воздуха колебалась от -5 до +25°С, относительная влажность – от 45 до 92%, содержание аммиака достигало 15-20 мг/м³. Такие условия способствуют длительному сохранению гриба в подстилке, кормушках и элементах клеток, а также снижают естественную резистентность животных. В Х2 параметры микроклимата поддерживались в заданных пределах: температура 14-17°С, влажность 55-60%, содержание аммиака не превышало 5 мг/м³, что ограничивало выживаемость возбудителя во внешней среде и снижало интенсивность действия факторов передачи.

Важным показателем, характеризующим интенсивность эпизоотического процесса, является индекс очаговости. В Х1 этот показатель составил 4,7±0,8 животных на один очаг, что свидетельствует о быстром распространении инфекции среди контактных особей. В Х2 индекс очаговости был достоверно ниже – 2,1±0,4 ($p<0,05$), что указывает на ограниченное распространение возбудителя в пределах клетки или ряда клеток.

При изучении возрастной структуры заболеваемости установлено, что в обоих хозяйствах наиболее восприимчивым являлся молодняк в возрасте 3-8 месяцев. Однако доля молодняка в общей структуре заболеваемости различалась: в Х1 щенки составляли 78,4% от всех заболевших, в Х2 – 63,2%. Это различие, вероятно, обусловлено тем, что в условиях закрытого содержания молодняк находится в более щадящих микроклиматических условиях, что снижает влияние стресс-факторов на реализацию инфекции.

При исследовании 120 проб волос от клинически здоровых животных латентное носительство выявлено в 12 случаях (10%). При этом в Х1 носительство регистрировали у 9 из 60 животных (15%), в Х2 – у 3 из 60 (5%).

Анализ микроклиматических параметров показал, что в Х1 в весенне-осенний период температура воздуха колебалась от -5 до +25°С, относительная влажность – от 45 до 92%. Такие условия способствуют длительному сохранению гриба в подстилке, кормушках и элементах клеток. В Х2 параметры микроклимата поддерживались в заданных пределах, что ограничивало выживаемость возбудителя во внешней среде и снижало интенсивность действия факторов передачи.

При микроскопическом исследовании волос от больных животных наблюдались следующие изменения: утолщение волос в области корня, расслоение коркового слоя, наличие спор гриба внутри и на поверхности волоса [7]. У животных из хозяйства Х1 эти изменения носили более выраженный характер, что коррелировало с более тяжелым клиническим течением заболевания.

Проведенный корреляционный анализ выявил следующие зависимости:

· Между температурой воздуха и заболеваемостью: $r=+0,62$ (умеренная прямая связь) – повышение температуры до 20-25°С в весенне-летний период сопровождалось ростом заболеваемости;

· Между влажностью воздуха и заболеваемостью: $r=+0,71$ (сильная прямая связь) – высокая влажность способствует сохранению гриба;

· Между содержанием аммиака и заболеваемостью: $r=+0,48$ (умеренная связь);

· Между выраженностью структурных изменений волос (средний балл) и индексом очаговости: $r=+0,67$ (сильная связь) – в очагах с более тяжелыми поражениями волос инфекция распространялась быстрее.

Контагиозность инфекции оценивалась по скорости распространения от первичного очага. В Х1 за 30 дней от момента выявления первого больного в очаге поражалось в среднем 5-7 животных, в Х2 – 1-2 животных. Выявленные различия обусловлены как микроклиматическими условиями, так и возможностью прямого контакта животных через сетчатые перегородки, что чаще встречается при шедовом содержании.

При анализе эффективности лечебно-профилактических мероприятий установлено, что в Х1 на фоне более высокой заболеваемости требовалось проводить обработки в 2,5 раза чаще, чем в Х2. Средняя продолжительность вспышки в Х1 составляла 45-60 дней, в Х2 – 20-30 дней. Это свидетельствует о том, что закрытое содержание не только снижает интенсивность эпизоотического процесса, но и облегчает проведение противоэпизоотических мероприятий.

Заключение. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Технология содержания серебристо-черных лисиц оказывает существенное влияние на интенсивность эпизоотического процесса при трихофитии. При традиционном шедовом содержании заболеваемость в 2,3 раза выше, а очаговость в 2,2 раза больше, чем при закрытом содержании с контролируемым микроклиматом.

2. Сезонность трихофитии наиболее выражена при шедовом содержании с двумя пиками заболеваемости (весенним и осенним), тогда как в условиях закрытого содержания сезонные колебания сглажены.

3. Микроклиматические условия (температура, влажность) при шедовом содержании способствуют длительному сохранению возбудителя во внешней среде и реализации факторов передачи инфекции.

4. Структурные изменения волосяного покрова, выявляемые при микроскопии, могут служить дополнительным диагностическим критерием при оценке тяжести течения трихофитии и прогнозировании распространения инфекции в хозяйстве.

5. Латентное носительство возбудителя выявлено у 10% клинически здоровых животных, при этом в условиях шедового содержания носительство регистрируется в 3 раза чаще, чем при закрытом. Это необходимо учитывать при планировании диагностических исследований и оздоровительных мероприятий.

6. При планировании противоэпизоотических мероприятий необходимо учитывать технологию содержания животных: для шедового содержания требуется более интенсивная дезинфекция в весенний и осенний периоды, а также усиленный контроль за молодняком в возрасте до 8 месяцев.

Полученные данные могут быть использованы при разработке дифференцированных систем профилактики трихофитии в звероводческих хозяйствах с различными технологиями содержания.

Практические рекомендации:

1. При шедовом содержании проводить профилактическую дезинфекцию не реже 1 раза в месяц в весенне-осенний период, при закрытом содержании – 1 раз в квартал.

2. Животных с латентным носительством изолировать и подвергать лечению, не допуская их использования в воспроизводстве.

3. В период весенней и осенней линьки усиливать витаминно-минеральное питание животных для повышения резистентности и улучшения качества волосяного покрова.

4. При проектировании новых звероводческих комплексов отдавать предпочтение закрытым системам содержания с контролируемым микроклиматом как более благополучным в эпизоотологическом отношении.

Список литературы

1. Балакирев, Н.А. Звероводство : учебник / Н.А. Балакирев, Е.Г. Квартникова. — Москва : КолосС, 2020. — 511 с.
2. Березина, Ю.А. Эпизоотологический мониторинг микозов пушных зверей в условиях звероводческих хозяйств / Ю.А. Березина, Т.В. Беспалова // Ветеринария. — 2021. — № 4. — С. 28-32.
3. Глотов, А.Г. Дерматофитозы животных: эпизоотология, патогенез, диагностика и меры борьбы : монография / А.Г. Глотов, Т.И. Глотова. — Новосибирск : НГАУ, 2020. — 212 с.
4. Ермолина, С.А. Болезни пушных зверей : учебное пособие / С.А. Ермолина, А.П. Красиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с.
5. Медведев, А.П. Ветеринарная санитария в звероводстве / А.П. Медведев, Н.А. Соколова // Вопросы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2022. — № 2 (42). — С. 112-118.
6. Сахно, Н.В. Эпизоотология и инфекционные болезни пушных зверей : учебное пособие / Н.В. Сахно, С.В. Тимофеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с.
7. Фролов, Г.С. Изменение структуры волосяного покрова серебристо-черных лисиц при трихофитии / Г.С. Фролов, О.А. Якимов, А.И. Трубкин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2020. — Т. 244, № 4. — С. 212-215. 1

УДК 619:617.3-089.84

Гильмурадов А.М., Амиров Д.Р., Коноплев Е.С., Абдрахманова Г.А., Балацкая Ю.Ю.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ НЕПРАВИЛЬНОГО СРАЩЕНИЯ ПЕРЕЛОМА КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ У СОБАКИ

Аннотация. В статье представлен клинический случай неправильного сращения перелома костей предплечья у собаки, возникшего вследствие несоблюдения рекомендаций по иммобилизации и недостаточного контроля в восстановительный период. Актуальность работы обусловлена высокой частотой обращений в ветеринарные клиники с травмами опорно-двигательного аппарата у животных, а также значимостью своевременной диагностики и коррекции осложнений, связанных с нарушением процесса консолидации костных отломков. Неправильное сращение перелома костей приводит к функциональным нарушениям, хромоте и снижению качества жизни животного, что требует дополнительного лечения.

Ключевые слова: собака, перелом, неправильное сращение костей, остеотомия, металлофиксация, рентгенография, реабилитация

Переломы длинных трубчатых костей у животных — одна из наиболее распространённых патологий опорно двигательного аппарата, с которой сталкиваются ветеринарные врачи. Грамотная классификация переломов, выбор оптимального метода фиксации и прогнозирование возможных осложнений — ключевые факторы успешного лечения.[1]

Однако даже при соблюдении всех правил не всегда удаётся избежать осложнений. Одним из наиболее серьёзных последствий является неправильное сращение перелома, приводящее к деформации кости, нарушению функции конечности и снижению качества жизни животного.

Актуальность исследования обусловлена высокой частотой встречаемости неправильного сращения переломов у собак, сложностью коррекции данной патологии и необходимостью разработки чётких алгоритмов диагностики и лечения.

Цель исследования — проанализировать клинический случай неправильного сращения переломов лучевой и локтевой костей у собаки, выявить причины развития осложнения, описать тактику коррекции и оценить эффективность реабилитационных мероприятий.

Задачи:

- Провести анализ анамнеза и предшествующего лечения, приведшего к неправильному сращению перелома.
- Описать клинико-рентгенологическую картину осложнения.
- Обосновать выбор хирургической тактики коррекции деформации.
- Разработать и внедрить комплексную программу реабилитации.
- Оценить результаты лечения и сформулировать рекомендации для профилактики подобных осложнений.

Методы исследования:

- клинический осмотр с оценкой степени подвижности и болевого синдрома;
- рентгенография в двух взаимоперпендикулярных проекциях для детальной визуализации деформации кости и характера сращения;
- анализ анамнеза и результатов предшествующего лечения;
- наблюдение за динамикой восстановления функции конечности в послеоперационном периоде.

Объект исследования — собака породы померанский шпиц по кличке Альп, 4 лет, с неправильным сращением переломов лучевой и локтевой костей.

Собака «Альп» поступила в стороннюю клинику с поперечным переломом лучевой и локтевой кости, где был установлен аппарат внешней фиксации (АВФ) (Рисунок 1-2).

Рисунок 1- Рентгенограмма костей предплечья с поперечным перелом лучевой и локтевой костей до операции

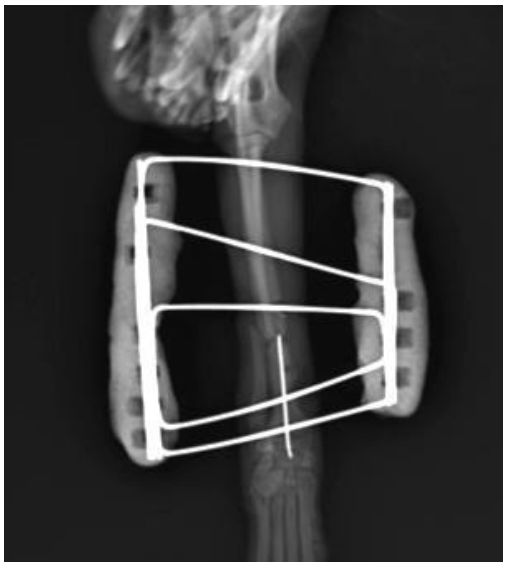


Рисунок 2 - Рентгенограмма костей предплечья: дорсо-вентральная проекция после операции с установкой АВФ

В ходе послеоперационного наблюдения положительной динамики не отмечалось. По результатам рентгенографии (рисунок. 3) выявлены: лизис лучевой кости; остеоартрит запястного сустава (из-за прохождения интрамедуллярной спицы через суставные поверхности). Поэтому было принято решение о снятии АВФ (рисунок 4).

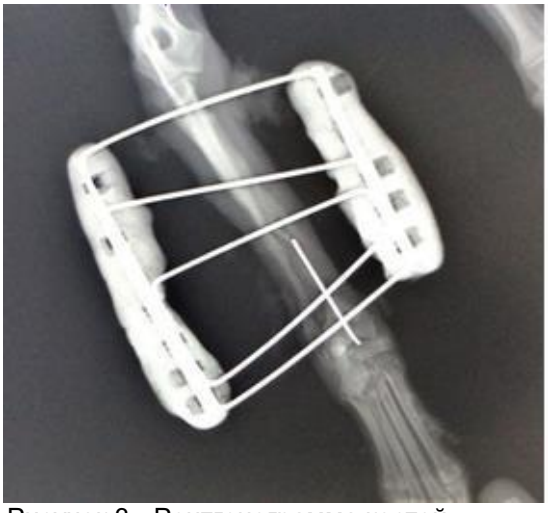


Рисунок 3 - Рентгенограмма костей предплечья поперечный перелом лучевой и локтевой костей

Рисунок 4 - Рентгенограмма костей предплечья после снятия АВФ.

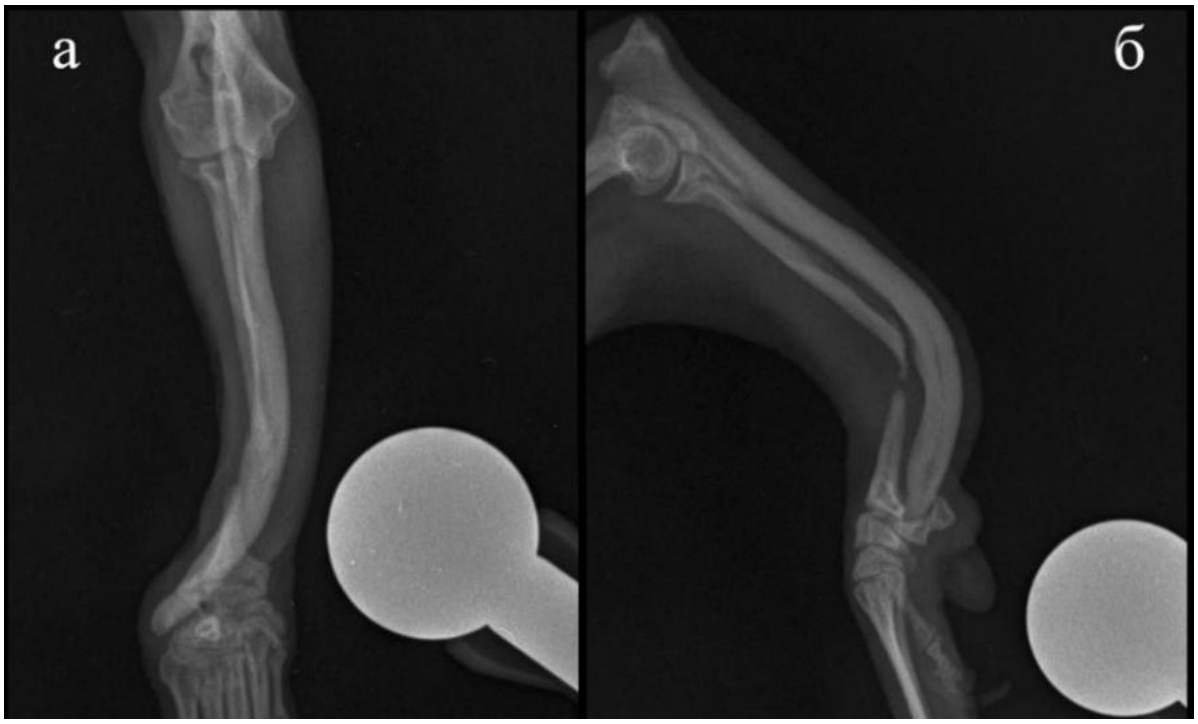


Рисунок 5 - Рентгенограмма костей предплечья:
а - дорсо-вентральная проекция, б - латеральная проекция

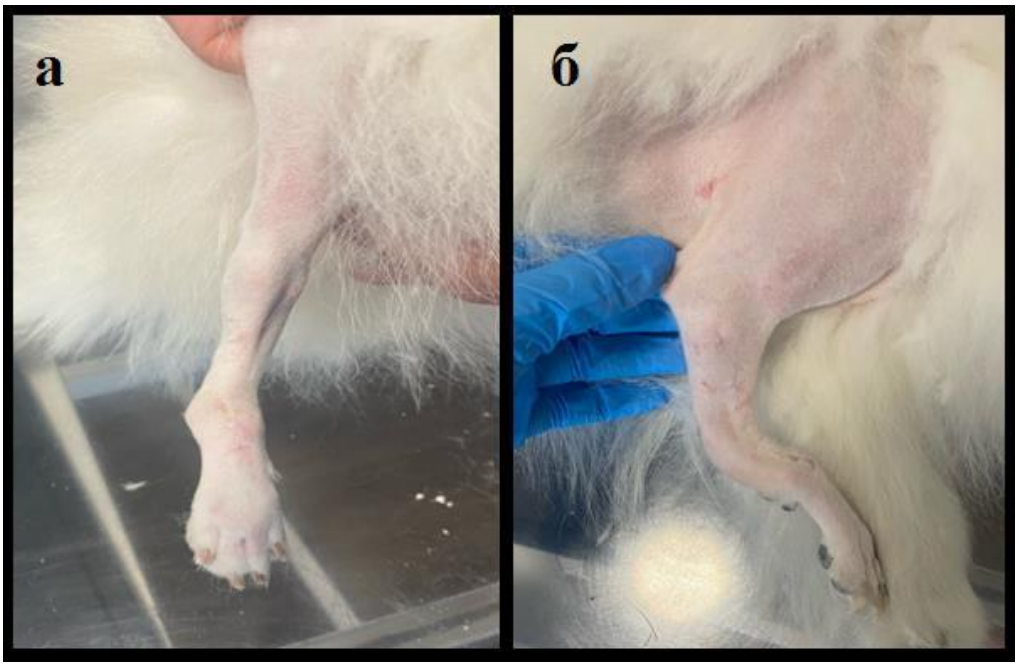


Рисунок 6 - Конечность до операции с угловой деформацией костей предплечья:
а - дорсо-вентральное положение, б - латеральное положение

Основные ошибки первоначального лечения в сторонней клинике: отсутствие абсолютной стабильности фиксации; прохождение интрамедуллярной спицы через суставные поверхности, что препятствовало сращению; параллельное расположение спиц, создающее нестабильность костных отломков.

При поступлении в клинику «ВетСовет» у животного наблюдались: сильная деформация правой грудной конечности; остеоартрит; отсутствие опоры на конечность; ограничение подвижности запястного сустава.

В клинике «ВетСовет» было выполнено хирургическое вмешательство под руководством ветеринарного врача-травматолога (Рисунок 7-9). Операция включала:

- остеотомию с исправлением деформации конечности;
- артродез (иммобилизацию) запястного сустава;
- дополнительные методы стимуляции сращения:
- туннелизацию;
- аутотрансплантат с бугра плечевой кости;
- обновление краёв перелома лучевой кости [2].

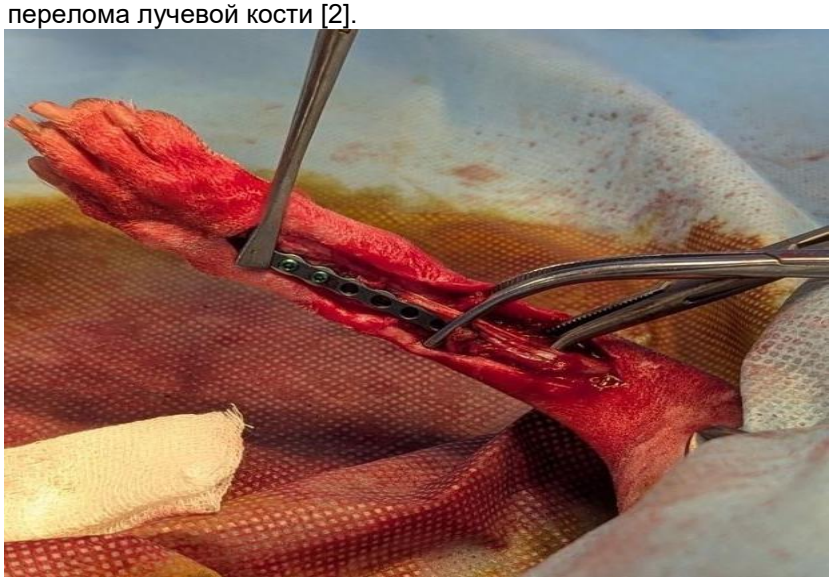


Рисунок 7- Установка титановой пластины на предплечье собаки

Рисунок 8 - Рентгенограмма костей предплечья после операции:
а - дорсо-вентральная проекция, б - латеральная проекция

Рисунок 9 - Конечность после операции:
а - дорсо-вентральная положение, б - латеральное положение

Через 5 недель на контрольном приёме были выполнены контрольные рентгеновские снимки, на которых был отмечен процесс консолидации костей по линии остеотомии (Рисунок 10) [3].

Рисунок 10 - Рентгенограмма костей предплечья спустя 5 недель после операции:
а - дорсо-вентральная проекция, б - латеральная проекция

После операции собаку направили к ветеринарному врачу-реабилитологу для дальнейшей курации животного.

Исходные данные: квартирное содержание, выгул 2 раза в день, питание — сухой корм. Через 2 недели после повторной операции (1 месяц после травмы) отмечалась перемежающаяся хромота, уменьшение объёма лапы, неполная опора на конечность.

План лечения и рекомендации хозяевам:

1. Застелить пол, чтобы не было скольжения -ковром или ковролином.
2. Кормить с рук за работу, выполнение упражнений.
3. Уменьшение болевого синдрома прикладывать холод к области предплечья. Через тонкую ткань на 2- 3 мин, затем за еду выполнять любые движения.
4. Упражнения по наведению за еду ходьба в медленном темпе вперед, назад и в бок. Выполнение команды сидеть, из положения сидя -дай лапу; комплекс «сидеть -лежать-стоять» и его варианты.[1]
5. На улицу ходьба на коротком поводке в медленном темпе
6. Дозировка движений лучше качественно 2-3 повторения, перерыв и повтор упражнений.
7. Вечером массаж шеи с обоих сторон - поглаживание, не превышая тяжести ладони. Разминание -поднимая накатом конец направление от головы к плечам, по направлению и против шерсти. Вибрация- потряхивание согнутыми пальцами, с давлением превышая тяжесть ладони.[5]
8. Магнитотерапия аппарат «Алмаг №10» экспозиция: 1-й сеанс 5 мин; 2-й сеанс 10 мин; 3-й сеанс 15 мин, также дополнительно 5 мин на область поясницы.
9. Гидротерапия – плавание в бассейне 1-2 раза в день начинать с 10мин.
10. В ванной после прогулки напором душа -теплой водой водить вверх вниз от плеча до пальцев обеих грудных конечностей.
11. Вариант - использование гидротерапии. Ходьба с уровнем воды по локоть по 7-10 мин. затем по суше в медленном темпе.

Заключение

На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

Неправильное сращение перелома у собак может быть следствием ошибок в выборе метода фиксации, нарушения техники операции и недостаточного послеоперационного контроля [4].

Ключевыми факторами успешного лечения являются:

своевременная диагностика осложнения;

комплексный подход к хирургической коррекции (остеотомия, артродез, аутотрансплантация);

грамотно составленная программа реабилитации.

Прогноз при правильном лечении благоприятный: возможно восстановление функции конечности и улучшение качества жизни животного.

Рекомендации:

✓ строго соблюдать правила абсолютной и относительной стабильности при фиксации переломов;
✓ регулярно проводить рентгенологический контроль для своевременного выявления отклонений от нормального процесса сращения;
✓ привлекать к ведению пациента ветеринарного реабилитолога для ускорения восстановления.

Список литературы

1. Кощаев А. Г., Родин И. А., Богатырь М. В., Родин М. И. Диагностика переломов и современные методы остеос интеза длинных трубчатых костей конечности у мелких домашних животных //Сб. ст. по материалам 12-й Междун ар. межвуз. конф. по клинической ветеринарии. — Москва, 2022. — С. 43–50.
2. Родионов В. Д., Боголюбов И. Д., Карелин М. С. Создание индивидуальных направителей для корригирующей остеотомии большеберцовой кости у собак // Международный вестник ветеринарии. — 2025. — № 1. — С. 403–415.
3. Семёнов Б. С., Кузнецова Т. Ш., Коняева Е. А. Анализ лечения оскольчатых переломов трубчатых костей коне чностей у кошек и собак // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. — 2023. — № 2. — С. 67–72.
4. Scortea R., Muresan C., Krauß M. Отчёт о клиническом случае: использование 3D-печатной направляющей сис темы выравнивания для коррекции отсроченного сращения/несращения/неправильно сращённого перелома бед ренной кости у собаки //Frontiers in Veterinary Science. —2025. —Т. 12. —С. 1562071.
5. Убираев С. П., Калюжный И. И., Закирова В. С. и др. Обеспечение здоровья собак. Амбулаторная практика. — СПб.: Лань, 2023.

УДК 636.087.7:619

Хасанзанова Н.О.
ООО «Альтвет», г. Казань
Тремасова А.М.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ИММУНОЛАЙФ»: РАЗРАБОТКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Аннотация. В работе представлена разработка и контроль качества витаминно-минерального комплекса «Иммунолайф» для орального применения в ветеринарии и животноводстве. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения резистентности, продуктивности и адаптационных возможностей животных в условиях интенсификации отрасли и воздействия неблагоприятных факторов. Обоснован выбор активных компонентов с учётом их биологической роли и синергетического эффекта. В ходе разработки оптимизировано соотношение кальций : фосфор, подобраны гелеобразующая основа, уровень pH и консервант, отработаны температурные режимы и параметры перемешивания. Готовый препарат представляет собой вязкий прозрачный гель от светло-жёлтого до светло-коричневого цвета, содержащий сбалансированный набор нутриентов и вспомогательных веществ. Комплекс соответствует требованиям нормативной документации РФ и перспективен для профилактики метаболических нарушений и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: разработка, качество, витаминно-минеральный комплекс, ветеринария, животноводство

В последние годы в ветеринарной медицине и животноводстве наблюдается устойчивая тенденция к использованию комплексных витаминно-минеральных добавок и фармакологических препаратов, направленных на повышение естественной резистентности, продуктивности и адаптации животных к неблагоприятным факторам среды [1, 3, 5]. Эта тенденция обусловлена целым комплексом взаимосвязанных факторов, определяющих современное состояние агропромышленного комплекса.

Ключевыми драйверами развития отрасли являются интенсификация животноводства, возрастание стрессовых факторов, качество кормов, экологические факторы, профилактика заболеваний, требования к качеству продукции и устойчивое развитие. Интенсификация животноводства подразумевает переход к промышленным методам содержания и выращивания животных, что сопровождается повышением нагрузки на физиологические системы организма:

высокие продуктивные показатели (надои, привесы, яйценоскость) требуют оптимального обеспечения всеми необходимыми нутриентами [1, 7].

Возрастание стрессовых факторов связано с тем, что современные технологии животноводства сопряжены с многочисленными стрессорами — транспортировкой, вакцинацией, сменой рациона, скученным содержанием, микроклиматическими колебаниями и технологическими манипуляциями; эти факторы активируют гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему, приводя к выбросу кортикостероидов и снижению естественной резистентности организма [2, 8].

Качество кормов также играет существенную роль: в условиях нестабильности кормовой базы и возможного дефицита отдельных витаминов и минералов в традиционных рационах возникает необходимость дополнительной коррекции питания, причём исследования показывают, что до 40 % образцов комбикормов не соответствуют нормам по содержанию витаминов группы В и микроэлементов [4, 9].

Экологические факторы не менее значимы — воздействие токсических веществ (микотоксинов, тяжёлых металлов, пестицидов) требует усиления антиоксидантной защиты и детоксицирующих механизмов организма животных, что особенно актуально для регионов с неблагоприятной экологической обстановкой и зон интенсивного земледелия [3, 10].

Профилактика заболеваний выступает экономически обоснованным подходом: профилактика метаболических нарушений (авитаминозов, остеодистрофий, анемий) выгоднее, чем лечение уже проявившихся патологий, а затраты на профилактическое применение витаминно-минеральных комплексов окупаются в 3–5 раз за счёт снижения заболеваемости и повышения продуктивности [5, 11].

Требования к качеству продукции обусловлены потребительским спросом и нормативными требованиями к пищевой продукции животного происхождения (мясо, молоко, яйца): необходимо получать продукцию с оптимальным биохимическим составом и без остаточных количеств вредных веществ, а применение сбалансированных добавок позволяет улучшить органолептические и технологические свойства мяса, повысить содержание витаминов в яйцах и молоке [6, 12].

Наконец, устойчивое развитие предполагает рациональное использование кормовых ресурсов и снижение потерь от заболеваний, что способствует повышению экономической эффективности животноводства и его экологической безопасности; в частности, оптимизация витаминно-минерального питания позволяет сократить выбросы азота и фосфора с отходами, тем самым снижая нагрузку на окружающую среду [7, 13].

Особое внимание в современных разработках уделяется созданию синергетических композиций, включающих: эссенциальные витамины, биологически активные вещества, улучшающие пищеварение и метаболические процессы, адаптогены, гепатопротекторы, пре- и пробиотики, ферментные препараты. Комбинации этих веществ обеспечивают комплексное воздействие на организм животного [2, 4, 8].

Такие компоненты способны потенцировать эффекты друг друга в критических периодах жизни животных, таких как: стресс (транспортировка, смена рациона, вакцинация), интенсивный рост молодняка, период высокой продуктивности (лактация, яйценоскость), воздействие токсических факторов (микотоксины, тяжёлые металлы), восстановление после заболеваний, репродуктивный период, сезонные изменения условий содержания.

Научно доказано, что сочетание витаминов А, $Д_3$ и Е с минеральными элементами (кальцием, фосфором, магнием) усиливает их биодоступность и метаболическую активность, что особенно важно в период интенсивного роста и продуктивности [2, 5, 9]. Синергия этих веществ способствует: оптимизации минерального обмена и укреплению костной ткани, повышению антиоксидантной защиты организма, улучшению репродуктивных показателей, усилению иммунного ответа, нормализации энергетического обмена, повышению стрессоустойчивости, оптимизации процессов пищеварения и усвоения питательных веществ.

Современные исследования подтверждают, что правильно подобранные витаминно-минеральные комплексы: снижают частоту возникновения алиментарных заболеваний на 25–40 %; повышают сохранность поголовья на 10–15 %; увеличивают продуктивность на 8–12 %; улучшают качество получаемой продукции; сокращают сроки откорма; снижают затраты корма на единицу продукции [3, 6, 11, 12].

Поэтому разработка и производство таких кормовых добавок или ветеринарных препаратов является актуальной задачей ветеринарной и зоотехнической науки [1, 4, 7]. Их создание и повсеместное применение позволит: улучшить результаты лечения и профилактики многих болезней; повысить естественную резистентность животных; увеличить продуктивность (привесы, надои, яйценоскость); улучшить пищевые и санитарно-технологические качества получаемой животноводческой продукции (мясо, молоко, яйца); снизить себестоимость производства; обеспечить экологическую безопасность продукции; повысить рентабельность животноводческих предприятий [3, 6, 10, 13].

Целью настоящего исследования являлась разработка и комплексный контроль качества нового витаминно-минерального комплекса под рабочим наименованием «Иммунолайф», предназначенного для орального применения в ветеринарной практике и животноводстве.

В процессе создания препарата использовалось сырьё, официально разрешённое к применению на территории Российской Федерации и соответствующее требованиям действующих нормативных документов, включая ТР ТС 021/2011 и профильные ГОСТы. Формирование рецептуры основывалось на всестороннем анализе биологических свойств отдельных компонентов и их потенциального синергетического воздействия на метаболические процессы в организме животных.

Обоснование включения активных субстанций в состав комплекса базировалось на их доказанной физиологической роли:

Витамин А (ретинол) участвует в ключевых биохимических реакциях, поддерживает зрительные функции и иммунологическую реактивность организма, оказывает протективное действие в отношении инфекционных заболеваний, стимулирует клеточную пролиферацию, остеогенез и дентиногенез, оптимизирует процессы гемопоэза и оксигенации тканей.

Витамин $Д_3$ (холекальциферол) играет центральную роль в регуляции фосфорно-кальциевого обмена, обеспечивая поддержание минерального гомеостаза. Он усиливает абсорбцию кальция, фосфора и магния в тонком кишечнике, способствуя их эффективной транспортировке в системный кровоток, а также необходим для корректного функционирования щитовидной железы и поддержания гемокоагуляционных параметров.

Витамин Е (токоферол), выступая в роли мощного антиоксиданта, защищает клеточные мембраны от окислительного повреждения, модулирует метаболические пути и потенцирует действие других витаминов. Он снижает риск развития воспалительных реакций, ускоряет процессы репарации, поддерживает репродуктивную функцию и участвует в обмене углеводов, липидов и воды.

Кальций, являясь основным структурным компонентом костной ткани, замедляет абсорбцию токсических веществ в системный кровоток и ограничивает их цитотоксическое действие. Он способствует элиминации солей тяжёлых металлов и радионуклидов, проявляет антиоксидантные, антистрессовые, противовоспалительные и десенсибилизирующие свойства.

Фосфор критически важен для остеогенеза и роста скелета, поддерживает структурную целостность костной ткани и зубной эмали, входит в состав фосфолипидов, нуклеиновых кислот и макроэргических соединений, участвует в энергетическом обмене и поддержании кислотно-щелочного баланса.

Магний, как внутриклеточный катион, выступает важнейшим биостимулятором метаболических процессов: активирует ферментативные системы, катализирующие гидролиз макроэргических связей АТФ и других энергоносителей, регулирует промежуточный метаболизм и выступает специфическим кофактором множества энзимов.

Марганец участвует в механизмах абсорбции железа и эритропоэзе, обеспечивает антиоксидантную защиту, интенсифицирует окислительно-восстановительные процессы, потребление кислорода, синтез гликогена и липолиз.

Разработка препарата проводилась поэтапно. На первом этапе выполнен расчёт дозировок активных веществ с учётом физиологических потребностей целевых видов животных и рекомендованных норм ввода витаминов и минералов. В результате оптимизационных расчётов установлено оптимальное соотношение кальция и фосфора (2:1), обеспечивающее их максимальное усвоение.

На следующем этапе проведён подбор гелеобразующей основы: исследованы различные загустители (карбомеры, ксантановая камедь, агар-агар) по критериям совместимости с активными компонентами, стабильности при хранении и органолептическим характеристикам.

Затем путём комбинации гидроксида натрия и лимонной кислоты достигнут оптимальный уровень pH (6,5–7,0), обеспечивающий: стабильность жирорастворимых витаминов (А, $Д_3$, Е), максимальную биодоступность минеральных элементов и комфортное применение препарата перорально без раздражения слизистых оболочек.

Для обеспечения микробиологической стабильности в состав включён бензиловый спирт в концентрации 0,5%, что позволило предотвратить развитие бактериальной и грибковой микрофлоры без негативного влияния на органолептические свойства продукта.

На заключительном этапе отработана технология производства: оптимизирована последовательность внесения компонентов, подобраны температурные режимы (25–40 ^{O}C) и продолжительность перемешивания (30–45 минут), обеспечивающие формирование однородной гелевой массы без расслоения.

В результате проведённых исследований создан витаминно-минеральный комплекс «Иммунолайф» — вязкая прозрачная гелевая форма от светло-жёлтого до светло-коричневого цвета, обладающая высокой биодоступностью активных компонентов и удобством применения. Препарат содержит кальций, фосфор, магний, марганец, витамины А, $Д_3$ и Е в сбалансированных дозировках. В

качестве вспомогательных и формообразующих веществ использованы регуляторы кислотности (гидроксид натрия и лимонная кислота), загуститель (ксантановая камедь), консервант (бензиловый спирт) и очищенная вода, обеспечивающие стабильность, безопасность и потребительские качества продукта.

Для контроля качества разработанного витаминно-минерального комплекса установлены показатели, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества препарата «Иммунолайф»

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Методы контроля
Внешний вид и цвет	Прозрачная вязкая масса от светло-желтого до светло-коричневого цвета	ГФ РФ, ОФС.1.4.1.0014.15 методом ВЭЖХ
pH, ед	4,0-5,0	pH метр любой марки с погрешностью измерений ±0,1
Подлинность витамина Е	Совпадение времени выхода пиков испытуемого раствора и рабочего стандартного раствора (допустимая разница времени выхода пиков не более 2 %)	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Количественное содержание витамина Е, мг/г	0,24-0,36	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Подлинность витамина А	Совпадение времени выхода пиков испытуемого раствора и рабочего стандартного раствора (допустимая разница времени выхода пиков не более 2 %)	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Количественное содержание витамина А, МЕ/г	1200-1800	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Подлинность витамина $Д_3$, МЕ/г	Совпадение времени выхода пиков испытуемого раствора и рабочего стандартного раствора (допустимая разница времени выхода пиков не более 2 %)	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Количественное содержание витамина $Д_3$, МЕ/г	240-360	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.2.0005.15 методом ВЭЖХ
Подлинность кальция	Совпадение величин поглощения испытуемого раствора и раствора рабочего стандартного образца	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Количественное содержание кальция, мг/г	29,76-44,64	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Подлинность магния	Совпадение величин поглощения испытуемого раствора и раствора рабочего стандартного образца	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Количественное содержание магния, мг/г	2,0-3,0	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Подлинность марганца	Совпадение величин поглощения испытуемого раствора и раствора рабочего стандартного образца	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Количественное содержание марганца, мг/г	0,2-0,3	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0005.18 методом атомно-абсорбционной спектрометрии
Подлинность фосфора	Соответствие максимумов и минимумов спектров поглощения испытуемого и рабочего стандартного раствора	Реакцией идентификации на ионы и функциональные группы

	(допустимое отклонение ±3 нм)	
Количественное содержание фосфора, мг/г	13,84-20,76	ГФ РФ, ОФС.1.2.1.1.0003.15 методом спектрофотометрии
Аномальная токсичность	Нетоксичен	ГФ РФ, ОФС.1.2.4.0004.15
Микробиологическая чистота - общее количество аэробных микроорганизмов в 1 г, не более - общее число дрожжевых и плесневых грибов в 1 г, не более - *Escherichia coli* в 1 г	 10^2 10 Отсутствие	ГФ РФ, ОФС.1.2.4.0002.18

Таким образом, в результате выполнения исследовательских работ разработан витаминно-минеральный комплекс в форме геля для орального применения, сочетающий сбалансированный состав макро- и микроэлементов с витаминами А, $Д_3$ и Е. Определён комплекс показателей качества, включающий органолептические, физико-химические, микробиологические и токсикологические параметры, что позволяет гарантировать эффективность и безопасность препарата. Полученный продукт обеспечивает высокую биодоступность активных веществ за счёт гелевой формы, удобен для дозирования и применения у различных видов животных. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение эффективности препарата в условиях производственных испытаний на целевых видах животных.

Список литературы

1. Иванов А.В. Современные тенденции в разработке кормовых добавок для животных / А.В. Иванов, С.М. Петров // Ветеринария и кормление. — 2023. — № 4. — С. 22–26.
2. Сидоров К.Н. Синергия витаминов и минералов в рационах высокопродуктивных животных / К.Н. Сидоров [и др.] // Зоотехния. — 2022. — № 7. — С. 15–19.
3. Smith J. Advances in Oral Gel Delivery Systems for Veterinary Use / J. Smith [et al.] // Journal of Animal Science. — 2021. — Vol. 99, No. 5. — P. 112–118.
4. Brown L. Micronutrient Supplementation and Animal Health: New Perspectives / L. Brown [et al.] // Veterinary Research. — 2020. — Vol. 51, No. 3. — P. 45–52.
5. Zhang Y. Calcium-Phosphorus Balance and Its Impact on Bone Metabolism in Poultry / Y. Zhang [et al.] // Poultry Science. — 2024. — Vol. 103, No. 2. — P. 78–85.
6. Николаев П.Д. Применение гепатопротекторов и адаптогенов в животноводстве / П.Д. Николаев, Е.А. Волкова // Ветеринарный врач. — 2023. — № 2. — С. 33–37.
7. Петрова М.С. Экономическая эффективность применения витаминно-минеральных комплексов в промышленном животноводстве / М.С. Петрова, В.И. Смирнов // АПК: инновации и технологии. — 2022. — № 3. — С. 45–49.
8. Johnson R. Stress Management in Modern Animal Husbandry / R. Johnson [et al.] // Animal Welfare Journal. — 2021. — Vol. 15, No. 2. — P. 88–95.
9. Васильева Е.А. Качество кормов и необходимость витаминно-минеральной коррекции / Е.А. Васильева, Н.Г. Козлова // Кормление сельскохозяйственных животных. — 2023. — № 1. — С. 20–25.
10. Kim S. Environmental Contaminants and Animal Health / S. Kim [et al.] // Environmental Toxicology and Chemistry. — 2022. — Vol. 41, No. 4. — P. 301–308.
11. Григорьев Д.В. Профилактика метаболических заболеваний в животноводстве / Д.В. Григорьев // Ветеринария сельскохозяйственных животных. — 2021. — № 5. — С. 12–16.
12. Lee H. Nutritional Quality of Animal Products: Role of Vitamin and Mineral Supplementation / H. Lee [et al.] // Food Science and Nutrition. — 2023. — Vol. 11, No. 1. — P. 55–62.
13. Фёдоров А.А. Экологические аспекты интенсивного животноводства / А.А. Фёдоров, Л.П. Новикова // Экология и сельское хозяйство. — 2022. — № 2. — С. 77–82.

УДК 619:616.521.8

Галиуллин А.Д., Ахмадиев А.М., Чурина З.Г.
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ПАРАКЕРАТОЗА У ПОРОСЯТ

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты паракератоза у поросят: причины возникновения, характерные клинические признаки, современные подходы к лечению и эффективные меры профилактики.

Ключевые слова: паракератоз, свиньи, незаразные болезни, цинк, дерматозы, сбалансированный рацион.

Паракератоз (Parakeratosis) — хроническое заболевание, характеризующееся расстройством обмена веществ, нарушением процессов ороговения клеток эпидермиса, костеобразования, кроветворения, воспроизводительной функции, задержкой роста и развития молодняка различных видов животных. Заболевание регистрируют у всех видов животных, но наиболее ярко оно выражено у свиней.

Эндемические очаги цинкового дефицита зарегистрированы в северо-западных областях европейской части Российской Федерации, Поволжье, Республике Алтай и др. Недостаточность цинка у животных может возникнуть при одностороннем однотипном кормлении. Болезнь также распространена в странах Западной Европы, Америке и др.

Этиологией данной болезни является дефицит цинка в организме поросят. Он возникает при нарушении его усвоения в двенадцатиперстной кишке в условиях несбалансированного по микроэлементам (кальцию, фосфору и др.) кормления, особенно при скармливании сухих зерновых кормов в большом количестве [4].

Наиболее чувствительны к недостатку цинка поросята до 12-15-недельного возраста. Рационы, составленные из натуральных кормов и содержащие в расчете на 1 кг сухого вещества 50-100 мг цинка, обычно удовлетворяют потребность животных в этом микроэлементе.

Растущие свиньи более старших возрастных групп (масса 20-90 кг), как правило, заболевают паракератозом, если концентрация цинка в их рационах оказывается менее 30 мг/кг. Заболеваний на почве цинковой недостаточности обычно не встречается в том случае, когда в рационах на 1 кг сухого вещества находится 40 мг и больше цинка.

Потребность свиней в цинке возрастает при повышенном или избыточном содержании кальция в рационе. Если в рационах кальция более 1%, то концентрация цинка должна быть увеличена до 70-100мг/кг корма.

Вследствие недостатка цинка и потери функции клеток эпидермиса вырабатывать кератогиалин, нарушается деятельность рогового слоя клеток кожи, которая отекает и утолщается. Цинк входит в состав дыхательного фермента карбоангидразы, уреазы и инсулина, способствует удалению из организма углекислоты, стимулирует активность ферментов. Концентрируется преимущественно в поджелудочной железе, гипофизе и половых железах. Влияет на обмен углеводов, белков, жиров и витаминов. Витамин А участвует в синтезе специфического цинксвязывающего белка в слизистой оболочке тонкой кишки, в результате чего становится возможной его резорбция (всасывание) в кровь и включение в обменные процессы [1].

При недостаточности цинка и витамина А у поросят замедляется рост и развитие, возникает паракератоз кожи, а также анемия, катар желудочно-кишечного тракта, нарушение функции печени. При его недостатке нарушаются ферментативная регуляция пищеварения и обмена веществ, рост и развитие поросят, синтез белков и физиологическая регенерация кожи и ее производных.

Наиболее ярко патоморфологические изменения представлены в коже: щетина тусклая, редкая, местами выпавшая; на местах с более тонкой кожей выражен дерматит – огрубение кожи, местами покраснение, отек, сыпь, струпья, трещины кожи и др.

Трупы как правило истощены, в пораженных местах щетина отсутствует. Гистологически отмечают гипер- и паракератоз эпителия кожи и слизистых оболочек [5].

Эффективным лечением паракератоза является ежедневная дача поросятам внутрь 0,8–1,2 г сульфата цинка. При внутреннем его применении животные выздоравливают в течение 15–18 дней. Максимальный терапевтический эффект достигается при внутримышечном введении 5%- ного раствора сульфата цинка из расчета 10 мг/кг массы поросят и витамина А в соответствующей дозировке. Как правило, на 4–5 день исчезают поражения кожи, восстанавливается аппетит. При необходимости проводят симптоматическую терапию [3].

Для профилактики болезни назначают подкормку солями цинка в количествах, определяемых по наличию цинка в рационе и потребностям животных. Основные условия профилактики недостаточности цинка — разнообразное кормление, введение в комбикорма премиксов, содержащих добавки солей цинка, недопущение передозировки содержания в рационе кальция. Использование этих минеральных комплексов при раннем отъеме поросят оказывает положительное влияние на скорость роста и общее развитие животных. Необходимо сбалансировать соотношение в рационе между цинком и кальцием, которое должно быть не более 1:100. Считается, что паракератоз поросят надежно профилактируется внутривенным введением 2,5%- ного раствора сульфата цинка из расчета 5 мг/кг массы животного и включением в рацион этого препарата из расчета 120 мг/кг корма. Суточная потребность в цинке составляет для поросят 50–300 мкг, подсвинков — 400–500 мкг, свиноматок — 150–500 мкг. Сравнительно много цинка содержится в отрубях, дрожжах и зародышах зерен злаковых культур [2].

При патологоанатомическом исследовании трупа поросенка в возрасте 13 недель, павшего от паракератоза, было установлено выраженное истощение животного. Щетина, покрывающая тело поросенка, была редкая, а местами отсутствовала полностью. Пораженные участки представляли собой очаги в виде плотных, сухих образований, цвет которых варьировал от светло-коричневого до темно-бурого. Они возвышались над поверхностью кожи на 3-5 миллиметра, а их размер составлял от нескольких миллиметров до 4-5 сантиметров в диаметре, создавая бугристый, шероховатый рельеф. Кожа была очень плотной и с большим трудом резалась ножом, на разрезе имела белый цвет с саловидным блеском. В органах пищеварения - картина катарального воспаления, а в печени, почках и миокарде – паренхиматозная дистрофия.

На основании вышеизложенного можно заключить, что паракератоз у поросят это заболевание, которое возникает при дефиците в кормах микроэлемента цинка. Лечение должно быть направлено на его восполнение. Однако ключевую роль в недопущении данной патологии играет профилактика, складывающаяся из обеспечения сбалансированного питания, контроля уровня микроэлементов, а также поддержания оптимальных зоогигиенических норм. Это позволит предотвратить болезнь, сохранить здоровое поголовье и обеспечить высокую продуктивность.

Список литературы

1. Грачева О. А., Смоленцев С. Ю., Мухутдинова Д. М., Зухрабова З. М. / Незаразные болезни молодняка: учебное пособие — Казань: КГАВМ им. Баумана, 2021. — 132 с.
2. Кузнецов А. Ф., Алемайкин И. Д., Андреев Г. [и др.]; под редакцией Кузнецов А. Ф. / Свиньи: содержание, кормление и болезни: учебное пособие для вузов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 544 с.
3. Петрянкин Ф. П. Болезни молодняка животных: учебное пособие для СПО / Ф. П. Петрянкин, О. Ю. Петрова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 352 с.
4. Сахно Н. В., Ватников Ю. А., Шевченко А. Н. [и др.]. Эндемические болезни животных: учебное пособие для СПО. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 188 с.
5. Щербаков Г. Г., Яшин А. В., Курдеко А. П. [и др.]; под редакцией Щербаков Г. Г.. Практикум по внутренним болезням животных. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 544 с.

УДК 639.3.0

Дворецкая В.А., Семенов В.Г.
Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары

ВЛИЯНИЕ AKWA-BIOT-ACTIV НА СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Аннотация. В данном исследовании рассматривается комплексное влияние индустриального разведения осетровых рыб в системах садковой аквакультуры на химический состав воды и биологические показатели карьерных водоемов. Основное внимание уделяется анализу эффективности использования биогенных кормовых добавок как способа снижения негативных экологических последствий, вызванных этой хозяйственной деятельностью.

Ключевые слова: осетровые, русский осетр, аквабионты, аквакультура, биогенная кормовая добавка.

Введение. В условиях интенсивного развития аквакультуры обеспечение оптимальных условий для гидробионтов приобретает первостепенное значение для их адаптации к стрессогенным факторам. Биогенные кормовые добавки представляют собой перспективное научное направление, обладающее значительным потенциалом в повышении устойчивости водных организмов [1]. Продукт, разработанный исследовательской группой Чувашского государственного аграрного университета,

характеризуется экологической безопасностью и высокой эффективностью, что делает его незаменимым инструментом для поддержания экологического равновесия в водных экосистемах.

Анализ гидрохимических и гидробиологических параметров искусственных водоемов при использовании биогенных добавок является ключевым элементом оценки их влияния на экосистемное равновесие. Данный аспект приобретает особую значимость в контексте устойчивого и экологически ответственного развития аквакультурного сектора, требующего тщательного мониторинга и научного обоснования применяемых технологических решений [2].

Настоящая статья посвящена исследованию изменений гидрохимических и гидробиологических характеристик искусственных водоемов при применении биогенной кормовой добавки Akwa-Biot-Activ. В рамках исследования были проведены детальные анализы ключевых параметров качества воды, состояния водной растительности и фауны. Результаты проведенного анализа подтверждают высокую эффективность и экологическую безопасность Akwa-Biot-Activ в контексте аквакультурных практик. Кроме того, статья предлагает научно обоснованные рекомендации по его рациональному применению с учетом экологических факторов, что способствует устойчивому развитию аквакультурной отрасли и минимизации негативного воздействия на окружающую среду, а также поддержанию биологического разнообразия водных экосистем [3].

Материалы и методы. В настоящей исследовательской работе была применена биогенная кормовая добавка нового поколения Akwa-Biot-Activ. Средство представляет собой суспензию с концентратом очищенного полисахаридного комплекса, полученного из клеток Saccharomyces cerevisiae. Разработка использовалась для выращивания осетровых рыб в искусственном карьерном пруду с садковой системой содержания гидробионтов. Осетры были разделены на опытную и контрольную группы.

Добавка вводилась в рацион опытной группы следующим образом: сухой компонент с активным веществом был смешан с раствором агара до полного растворения. Полученная суспензия использовалась для обработки готового полнорационного корма для рыб в пропорции 25 мл на 1 кг, после чего корм оставляли до полного высыхания. Далее корм скармливался рыбам в соответствии с установленными нормами кормления. Эксперимент продолжался в течение пяти недель.

Для оценки влияния биогенной кормовой добавки на гидрохимические и гидробиологические показатели водной среды были отобраны пробы воды из зоны вокруг садка опытной группы, садка контрольной группы и контрольной зоны, в которой не находились исследуемые рыбы. Исследование проводилось с применением зоогигиенических методов и использованием различных измерительных приборов, таких как погружной мобильный термооксиметр, портативный pH-метр, фотоколориметр, диск Секки, комплексиметр, спектрофотометр, титратор, микроскоп и аналитические весы.

Результаты исследований и их обсуждение. В процессе проведения гидрохимического анализа водной среды экспериментальных водоемов, где содержатся исследуемые виды рыб, установлено, что ключевые гидрохимические параметры демонстрируют стабильность. Все измеренные показатели полностью соответствуют нормативным требованиям стандарта ОСТ 15.372-87 и находятся в пределах оптимальных значений, характерных для данных экосистем.

Детальное исследование водных проб из экспериментальных садковых систем и контрольной зоны позволило провести комплексную оценку текущего состояния водной экосистемы. В ходе анализа были определены концентрации легкоокисляемых и лабильных органических соединений, а также уровни общего и минерального фосфора (Р общ. и Р мин.) и азотных соединений, в том числе аммония (NH_4^+), нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-). Результаты гидрохимического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели состояния водных ресурсов

Показатель	Место отбора проб		
	контрольная зона	садок контрольной группы	садок опытной группы
Легкоокисляемая органика, мгO_2/л	13,1	11,75	12,3
Лабильная органика, мгO_2/л	1,74	1,58	1,61
NH_4 мгN/л	0,17	0,24	0,21
NO_2 мгN/л	0,004	0,006	0,005
NO_3 мгN/л	0,22	0,28	0,25
$P_{мин}$ мгР/л	0,06	0,07	0,07
$P_{общ}$ мгР/Л	0,015	0,019	0,017
Фитопланктон:			
- численность, тыс. кл./л	149	97	102
- биомасса, г/м^3,	0,311	0,210	0,232
Зоопланктон:			

Показатель	Место отбора проб		
	контрольная зона	садок контрольной группы	садок опытной группы
- численность, тыс.экз./м^3	81,7	106,2	102,1
- биомасса, г/м^3	1,43	1,88	1,79
Бентос:			
- численность, экз./м^2	273	339	318
- биомасса, г/м^2	1,14	1,45	1,31

Таблица 2 – Соотношение показателей оценки состояния водных ресурсов

Показатель	Садок контрольной группы / контрольная зона, %	Садок опытной группы / контрольная зона, %	Садок опытной группы / садок контрольной группы, %
Легкоокисляемая органика, мгO_2/л	89,7	93,9	104,7
Лабильная органика, мгO_2/л	90,8	92,5	101,9
NH_4 мгN/л	141,2	123,5	87,5
NO_2 мгN/л	150,0	125,0	83,3
NO_3 мгN/л	127,3	113,6	89,3
$P_{мин}$ мгP/л	116,7	116,7	100,0
$P_{общ}$ мгP/Л	126,7	113,3	89,5
Фитопланктон:			
- численность, тыс. кл./л	65,1	68,5	105,2
- биомасса, г/м^3,	67,5	74,6	110,5
Зоопланктон:			
- численность, тыс.экз./м^3	130,0	124,9	96,1
- биомасса, г/м^3	131,5	125,2	95,2
Бентос:			
- численность, экз./м^2	124,2	116,5	93,8
- биомасса, г/м^2	127,2	114,9	90,3

В рамках настоящего исследования было проведено изучение воздействия садкового выращивания осетровых на гидрохимический и гидробиологический режим карьерных прудов. Анализ химического состава воды показал снижение концентрации легкоокисляемой органической материи (11,75 и 12,3 мгO_2/л) и лабильных органических соединений (1,58 и 1,61 мгO_2/л) в областях размещения садков по сравнению с контрольной зоной (13,1 и 1,74 мгO_2/л). В указанных зонах зафиксированы повышенные уровни аммонийного азота (0,24 и 0,21 мгN/л), нитритов, нитратов и фосфора, что свидетельствует о поступлении биогенных элементов в водную среду.

Гидробиологические характеристики также выявили определённые различия: в зонах размещения садков отмечено снижение численности фитопланктона (97 и 102 тыс. клеток на литр) и его биомассы (0,210 и 0,232 г/м³) по сравнению с фоновыми значениями. В то же время численность и биомасса зоопланктона в этих зонах были увеличены (106,2 и 102,1 тыс. особей/м³, 1,88 и 1,79 г/м³). Бентосные организмы также демонстрировали повышенную численность (339 и 318 особей/м²) и биомассу (1,45 и 1,31 г/м²) в зонах размещения садков.

Таким образом, садковое выращивание осетровых оказывает влияние на гидрохимический режим и структуру биологических сообществ водоёма. Однако изменения в опытной группе менее выражены, что свидетельствует о снижении негативного антропогенного воздействия. Эти результаты подтверждают важность применения экологически ориентированных технологий для поддержания устойчивости водных экосистем.

Заключение. Исследование выявило, что садковая аквакультура оказывает влияние на гидрохимический и биологический режимы водоёмов. В опытной группе изменения являются менее значительными, что указывает на снижение антропогенного воздействия. Использование экологически ориентированных технологий позволяет минимизировать негативные последствия аквакультуры и сохранить качество водных ресурсов.

Список литературы

1. Соловьева, Е. Н. Применение биогенной кормовой добавки Akwa-Biot-Activ при выращивании осетровых рыб / Е. Н. Соловьева // Научные достижения в ветеринарии и животноводстве: от теории к практике : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 148-154.
2. Дворецкий, Г. О. Выращивание зеркальных карпов с применением иммунотропной кормовой добавки / Г. О. Дворецкий, К. В. Стяжкина, А. А. Юлдашев // Студенческая наука - первый шаг к цифровизации сельского хозяйства : Материалы V Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 502-506.
3. Дворецкий, Г. О. Рост и развитие зеркальных карпов на фоне применения биогенной добавки нового поколения / Г. О. Дворецкий, Д. А. В. Сабет, А. А. Юлдашев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 322-324.

УДК 639.3.0

Дворецкий Г.О., Семенов В.Г.
Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СОХРАННОСТИ КАРПОВЫХ РЫБ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Аннотация. В настоящее время аквакультурная отрасль демонстрирует активное развитие, что сопровождается увеличением производственных масштабов и требует повышения эффективности рыбоводческих процессов, а также снижения уровня заболеваемости рыб. Биогенные кормовые добавки, обогащенные биологически активными веществами, представляют собой перспективное инновационное решение для достижения этих целей. Настоящее исследование направлено на всестороннее изучение воздействия биогенной кормовой добавки Akwa-Biot-Activ на показатели заболеваемости и выживаемости зеркального карпа, который занимает важное место в аквакультуре благодаря своим экономическим характеристикам и адаптационным способностям к различным условиям.

Ключевые слова: карпы, зеркальные карпы, аквабионты, аквакультура, биогенная кормовая добавка, сохранность, сапролегниоз.

Введение. Для поддержания стабильности и экономической эффективности рыбоводных хозяйств крайне важно уделять первоочередное внимание здоровью водных организмов и их защите от болезней, вызванных инвазиями и инфекциями. Быстрое развитие аквакультуры может негативно сказаться на экологии и повысить риск эпизоотий, что может привести к вспышкам заболеваний и значительным экономическим потерям из-за гибели рыбы и ухудшения качества продукции [1].

Для предотвращения болезней необходимо регулярно проводить профилактические меры и иметь доступ к разнообразным лекарственным препаратам [2]. Одним из эффективных методов борьбы с инфекциями в аквакультуре является использование органического красителя «фиолетовый К», применение которого регламентировалось рекомендациями Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации от 7 октября 1999 года. Однако с 1 сентября 2017 года его применение было запрещено техническим регламентом Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016). Это решение было принято из-за канцерогенных и тератогенных свойств красителя, которые могут представлять опасность для здоровья человека [3].

Сегодня перед аквакультурой стоит задача разработки безопасных методов защиты рыбы от болезней и предотвращения их массовой гибели [4]. Одним из перспективных направлений исследований является создание биологических иммунотропных кормовых добавок, таких как Akwa-Biot-Activ, которые могут применяться для профилактики и лечения инфекционных заболеваний в рыбоводных хозяйствах.

Akwa-Biot-Activ представляет собой суспензию с активным компонентом — очищенным полисахаридным комплексом из дрожжевых клеток.

Цель данного исследования — изучить влияние иммунотропной кормовой добавки Akwa-Biot-Activ на ключевые показатели выживаемости и заболеваемости зеркального карпа.

Исследование проводилось на рыбном хозяйстве в республике Марий Эл, где в эксперименте участвовали зеркальные карпы из нагульного стада. Эти особи были разделены на две группы по 100 особей каждая, причём группы были идентичны по возрасту и физиологическим характеристикам. Условия содержания и кормления находились под строгим контролем, что минимизировало воздействие внешних факторов на результаты эксперимента.

Для обеспечения объективного сравнения группы размещались в отдельных садках. Препарат применялся следующим образом: сухой компонент с активными веществами растворялся в агаре до получения однородной суспензии. Эта суспензия добавлялась в комбикорм в пропорции 25 миллилитров на килограмм. Комбикорм оставлялся до полного высыхания и затем скармливался в соответствии с установленными нормами.

Экспериментальный период длился пять недель, что позволило провести всестороннюю оценку влияния добавки на выживаемость и заболеваемость карпов. В рамках анализа воздействия изучалась заболеваемость сапролегниозом, что позволило выявить потенциальные преимущества и недостатки применения Akwa-Biot-Activ в рыбоводстве.

Результаты исследований и их обсуждение. Сапролегниоз представляет собой микоз, поражающий икру и рыбу как в природных водоемах, так и в условиях аквакультуры. Возбудителями данного заболевания являются плесневые грибы, относящиеся к классу оомицетов и порядку сапролегниевых (Saprolegniales). Эти грибы способны переходить от сапрофитного образа жизни к некрофитному, обитая в водной среде и грунте в качестве сапрофитов. Все искусственно выращенные особи подвержены риску заражения сапролегниозом.

Сапролегниоз классифицируется как вторичное заболевание, возникающее на фоне травм, снижения иммунного статуса, а также других инфекционных и инвазионных патологий.

В результате проведенного исследования были выявлены клинические признаки сапролегниоза у рыб, включающие тонкие белые нити, отходящие перпендикулярно от поверхности тела на плавниках и коже. Спустя несколько дней на этих участках формируется ватообразный белый налет, состоящий из переплетенных мицелиальных гиф. Указанные симптомы отчетливо визуализируются при микроскопическом исследовании кожных соскобов, что позволило сформулировать предварительный диагноз — сапролегниоз. Для проведения лабораторных исследований был взят патологический материал.

Детальный анализ состояния рыб в контрольной и экспериментальных группах позволил определить процентное соотношение поражения карпов. Уровень инфицирования составил 14% в контрольной группе и 8% в экспериментальной. Рыбы из обеих групп были подвергнуты лечебно-профилактическим мероприятиям в соответствии с «Временной инструкцией о мероприятиях по борьбе с сапролегниозом рыбы и икры в рыбоводных хозяйствах», утвержденной Руководителем Департамента ветеринарии Минсельхозпрода России 26 мая 1998 года № 13-4-2/1250.

После выделения чистой культуры и ее культивирования на среде Чапека в лаборатории был идентифицирован возбудитель сапролегниоза.

Другие инвазионные и инфекционные заболевания в рамках исследования не были обнаружены. Сохранность рыб в экспериментальной группе составила 91%, в контрольной — 82%.

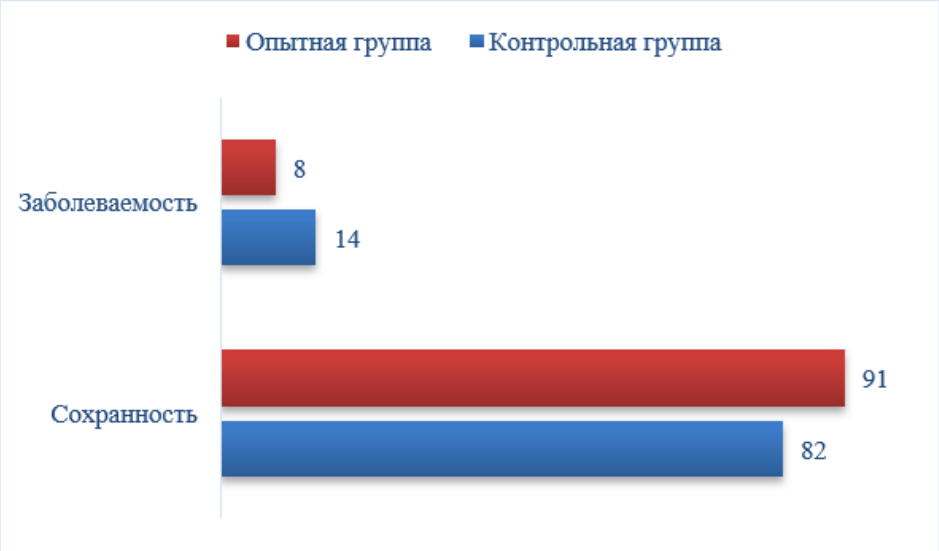


Рисунок – Сохранность и заболеваемость карповых рыб

Вывод. Таким образом, результаты проведенного опыта демонстрируют, что применение добавки Akwa-Biot-Norm у зеркального карпа способствует увеличению его устойчивости к заболеваниям, вызванным негативными факторами окружающей среды, включая сапролегниоз, и повышает сохранность рыб.

Список литературы

1. Поиск эффективных средств против сапролегниоза икры осетровых рыб / В. В. Володина, В. В. Баринова, А. В. Менькова [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2019. – № 3(43). – С. 53-63.
2. Дворецкая, В. А. Кормовая добавка нового поколения как способ увеличения приростов осетровых рыб / В. А. Дворецкая, А. В. Абрамова, А. А. Юлдашев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 320-322.
3. Соловьева, Е. Н. Применение биогенной кормовой добавки Akwa-Biot-Activ при выращивании осетровых рыб / Е. Н. Соловьева // Научные достижения в ветеринарии и животноводстве: от теории к практике : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Чебоксары, 31 октября 2024 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 148-154.
4. Соловьева, Е. Н. Применение биогенной кормовой добавки в технологии выращивания карповых и осетровых рыб / Е. Н. Соловьева // Молодежь и инновации : Материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 04 марта 2025 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 202-206.

УДК 619:616.98:579.843.95:579.852.13

Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Плотникова Э.М. Идрисов А.М., Вагин К.Н.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

СОСТОЯНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РЕГИОНАХ ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. В статье представлен анализ эпизоотической ситуации по анаэробной энтеротоксемии и пастереллезу крупного рогатого скота в регионах Приволжского Федерального округа (ПФО). Анализ эпизоотической ситуации показал, что анаэробная энтеротоксемия чаще всего возникает у молодняка КРС в возрасте от 2 до 6 месяцев, в результате того, что возбудитель *Cl. perfringens*, преимущественно серотипы A, C и D, продуцируют сильнодействующие экзотоксины, которые вызывают поражение слизистой оболочки кишечника, нарушение всасывания питательных веществ и общую интоксикацию организма. По ПФО неблагополучными регионами являются: Республика Татарстан, Самарская и Нижегородская области. Пастереллёз крупного рогатого скота проявлялся в двух основных формах: септической и респираторной. Септическая форма характеризовалась острым течением с высокой летальностью, тогда как респираторная форма сопровождалась поражением органов дыхания и при бессистемной терапии переходило в хроническую форму. В ПФО пастереллёз регистрируется в основном в крупных животноводческих хозяйствах. Наиболее неблагополучными регионами являются: Республики Башкортостан, Удмуртия, Мордовия, Татарстан, Самарская область и Пермский край. Анаэробная энтеротоксемия и пастереллёз наносят значительный экономический ущерб животноводству.

Ключевые слова: анаэробная энтеротоксимия, пастереллез, крупный рогатый скот, мониторинг, эпизоотическая ситуация

Анаэробная энтеротоксемия и пастереллёз крупного рогатого скота (КРС) представляют собой серьёзную угрозу для животноводства, вызывая значительные экономический ущерб из-за высокой летальности, снижения продуктивности и затрат на лечение. Эти заболевания широко распространены в регионах с интенсивным животноводством, включая Приволжский федеральный округ (ПФО), который является одним из ключевых производителей молока и мяса в России [1, 2]. Цель данного исследования явилось изучить состояние распространенности и специфической профилактики анаэробной энтеротоксемии и пастереллеза крупного рогатого скота в регионах Поволжья.

Работа проводилась в условиях лаборатории противорадиационной защиты животных ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ-ВНИВИ»). Для анализа эпизоотической ситуации и выявления неблагополучных хозяйств нами были использованы отчеты Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) об эпизоотической ситуации в РФ за 2020-2023 годы (Москва, 2023) и отчеты ветеринарной службы, представленные регионами ПФО на официальные запросы ФЦТРБ-ВНИВИ об эпизоотической ситуации по анаэробной энтеротоксемии и пастереллезу крупного рогатого скота [3-5]. На основании указанных данных был проведен анализ эпизоотической ситуации. Кроме того,

использовались результаты собственных исследований по указанной проблеме в хозяйствах Республики Татарстан.

Объектом для исследования служили сельскохозяйственные животные (телята, коровы).

Анализ проведенных исследований за 2022 по 2024 гг. показал, что в последние годы в ПФО наблюдается рост случаев анаэробной энтеротоксемии. Наиболее неблагополучными регионами являются Республика Татарстан, где зафиксировано более 20 вспышек заболевания в 2022 году, что связано с высокой концентрацией животноводческих хозяйств; Самарская область, в регионе отмечено увеличение заболеваемости на 15% по сравнению с 2021 годом, что обусловлено нарушениями условий содержания животных. В результате проведенной работы в муниципальном районе Большечерниговский выделен возбудитель клостридиоза в 2022 году (крупный рогатый скот – 2 головы); Нижегородская область – в 2022 году здесь было зарегистрировано 10 вспышек заболевания, преимущественно в мелких фермерских хозяйствах.

В ПФО в 2022 году было зарегистрировано более 50 вспышек анаэробной энтеротоксемии, что на 15% больше, чем в 2021 году. Основной причиной роста заболеваемости является несоблюдение ветеринарно-санитарных норм в мелких и средних хозяйствах, а также недостаточная осведомлённость фермеров о методах профилактики.

В ПФО пастереллёз регистрируется в основном в крупных животноводческих хозяйствах. Наиболее неблагополучными регионами являются Республика Башкортостан — зафиксировано более 15 вспышек заболевания в 2022 году, что связано с высокой плотностью поголовья КРС; Удмуртская Республика — в регионе отмечено увеличение заболеваемости на 10% по сравнению с 2021 годом, что обусловлено недостаточным уровнем ветеринарного контроля; Республика Мордовия — в 2022 году согласно ответу на официальный запрос, отправленные в регионы ПФО об эпизоотической ситуации выявлено заболевание пастереллёзом крупного рогатого скота на территории ООО МАЛО «Ардатов» отделение Жаренки Ардатовского муниципального района республики, установленного на основании результата лабораторного исследования ГБУ «Мордовская республиканская ветеринарная лаборатория»; Самарская область — в 2022 году согласно ответу Комитета ветеринарии Самарской области на официальный запрос выделен возбудитель пастереллеза в муниципальном районе Похвистневский (крупный рогатый скот - 1 голова); Пермский край — в 2022 году было зарегистрировано 8 вспышек заболевания, преимущественно в хозяйствах с неблагоприятными климатическими условиями; в Республики Татарстан в 2022 году в Зеленодольском районе в хозяйстве СХПК «Кугеевский» ГБУ «Республиканской ветеринарной лабораторией» от павшего теленка выделен возбудитель *P. multocida*.

В ПФО в 2022 году было зарегистрировано более 30 вспышек пастереллёза, что на 10% больше, чем в 2021 году. Основной причиной роста заболеваемости является несоблюдение мер биологической безопасности при перемещении животных.

По сведениям управления ветеринарии Правительства Саратовской области, в период с 2022 по 2024 гг. положительных результатов при исследовании на клостридиоз и пастереллез крупного рогатого скота не выявлено. В то же время управления ветеринарии области информирует о том, что в Саратовской области имеется два хозяйствующих субъекта, которые применяют вакцины против клостридиоза и пастереллеза крупного рогатого скота: 1. - АО «Племзавод «Трудовой» (Марксовский район) – вакцина против пастереллеза крупного рогатого скота инактивированная эмульсионная ВНИИЗЖ-Бови-Паст (ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Владимир), Коглавакс вакцина поливалентная инактивированная («Ceva-Phylaxia Veterinary Biologicals Company», Венгрия); 2. - ООО «Агрофирма «Рубеж» (Пугачевский район) - Коглавакс вакцина поливалентная инактивированная («Ceva-Phylaxia Veterinary Biologicals Company», Венгрия).

Нередко мы регистрировали хозяйства (Республика Татарстан), в которых пастереллез отмечался однократно и больше ни разу не повторялся. Естественно, такое разнообразие проявления эпизоотических очагов пастереллеза, порой дезориентирует работу практических ветеринарных специалистов на местах в вопросах планирования и определения характера противопастереллезных мероприятий. По нашим исследованиям стационарность пастереллезного очага связана главным образом, за счет накопления пастереллоносителей в хозяйствах после переболевания пастереллезом или клинически здоровых, находящихся в контакте с больными пастереллезом животными.

Сравнительный анализ эпизоотической ситуации по в ПФО показывает, что оба заболевания имеют схожие факторы риска: высокая плотность поголовья; нарушения в содержании и кормлении животных; недостаточный уровень ветеринарного контроля.Следует отметить, что пастереллёз чаще регистрируется в регионах с более влажным климатом, тогда как анаэробная энтеротоксемия – в районах с интенсивным животноводством.

Результатами исследований, установлено, что наибольший процент вакцинированных против анаэробной энтеротоксемии из общего числа поголовья КРС имело место в Пермском крае в 2022 г 34,4 %; в 2023 г 37,7 %, в 2024 г 44,4 %, где общее поголовье КРС составляло за этот период 231100 – 240000 голов. На втором месте Республика Чувашия, где вакцинировано против анаэробной

энтеротоксемии в 2022 г 8,4 %, в 2023 г 6,4 %, в 2024 г 10,8 % поголовья КРС при общем поголовье 198800 – 198500 голов. На третьем месте Ульяновская область в 2022 г 4,9 %; в 2023 г 5,2 %; в 2024 г 6,7 % с общим поголовьем КРС 101000 – 77300 голов. Уменьшение поголовья КРС в этой области говорит о большой выбраковки КРС. В Республики Удмуртия и Оренбургской области вакцинацию против анаэробной энтеротоксемии КРС не проводили.

Вакцинация против пастереллеза проводится с большим охватом поголовья в отличие от анаэробной энтеротоксимии. Наибольший процент вакцинированных против пастереллеза из общего поголовье КРС наблюдался в Республики Мордовия в 2022 г 86,5 %; 2023 г 87,0 %; в 2024 г 82,2 %, при общем поголовье КРС за этот период 187100 – 184200. На втором месте находиться Республика Удмуртия с процентом вакцинированных в 2022 г 59,0 %; в 2023 г 83,2 %; в 2024 г 77,8 % про общем поголовье КРС 261800 – 279700 голов.

На третьем месте по этому показателю находится Ульяновская область, где вакцинировано в эти годы соответственно 40,7 %; 36,04 % и 12,9 % КРС с общим поголовьем 101000 – 77300. Далее по охвату идет Республика Чувашии (27,1 %; 26,5 % и 36,5 %) при общем поголовье 198800 – 198500 голов.

Анализ доступных статистических данных по динамике заболеваний молодняка крупного рогатого скота пастереллезом и анаэробной энтеротоксемией в хозяйствах в отдельных регионах ПФО, что пастереллез крупного рогатого скота регистрируется в виде отдельных вспышек в разные периоды года и проявляется в двух основных формах: септической и респираторной. Септическая форма характеризуется острым течением с высокой летальностью, тогда как респираторная форма сопровождается поражением органов дыхания и при бессистемной терапии переходит в хроническую форму.

В ПФО в 2022 году было зарегистрировано более 30 вспышек пастереллёза, что на 10% больше, чем в 2021 году. Пастереллёз регистрируется в основном в крупных животноводческих хозяйствах. Наиболее неблагополучными регионами являются: Республики Башкортостан, Удмуртия, Мордовия, Самарская область и Пермский край.

Анаэробная энтеротоксемия регистрировалась чаще, чем пастереллез. В 2022 году по ПФО зафиксировано 50 вспышек анаэробной энтеротоксемии, что на 15 % больше, чем 2021 году. Соответственно идет рост инфекции, что отражается на экономическом благополучии хозяйства и на темпах роста поголовья. Анаэробная энтеротоксемия чаще всего возникает у молодняка КРС в возрасте от 2 до 6 месяцев, в результате того, что возбудитель Cl. perfringens, преимущественно серотипы: A, C и D, продуцируют сильнодействующие экзотоксины, которые вызывают поражение слизистой оболочки кишечника, нарушение всасывания питательных веществ и общую интоксикацию организма. По ПФО неблагополучными регионами являются: Республика Татарстан, Самарская и Нижегородская области.

Проведенными исследованиями по изучению эпизоотической ситуации в приволжском федеральном округе по анаэробной энтеротоксемии и пастереллезу крупного рогатого скота установлено, что пастереллез и клостридиоз регистрируется в ПФО и наносят значительный экономический ущерб хозяйствам. Анализ результатов исследований показывает, что в тех хозяйствах, которые, проводят ежегодный комплекс ветеринарно-санитарных мероприятий, случаи заболевания встречается реже. Однако даже при успешно проводимых противоэпизоотических мероприятиях регистрируются случаи заболевания как пастереллезом, так и анаэробной энтеротоксемией крупного рогатого скота. В основном в сельхозпредприятиях применяется зарубежная вакцина, что диктует необходимость разработки отечественного аналога.

Список литературы

1. Спиридонов, А. Г. Мониторинг анаэробной энтеротоксемии молодняка животных в регионах Среднего Поволжья и Предуралья / А. Г. Спиридонов, Х. Н. Макаев, А. Ф. Махмутов // Обеспечение продовольственной безопасности России. Если не мы, то кто?!: Матер. Междунар. науч.-прак. конф. – Курск, 2010. – С. 270-272.
2. Хурамшина М. Т. Распространение желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят в регионе Среднего Поволжья / М. Т. Хурамшина, А. Ф. Махмутов, Г. Н. Спиридонов, Х. Н. Макаев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2020. – Т. 243 (III). – С. 280–284.
3. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Отчеты по эпизоотической ситуации в РФ за 2020–2023 гг. / Россельхознадзор. — Москва, 2023. — 120 с.
4. Госветслужба Республики Татарстан. Анализ эпизоотической ситуации за 2022 год / Госветслужба Респ. Татарстан. – Казань, 2022. – 45 с.
5. Министерство сельского хозяйства РФ. Рекомендации по профилактике инфекционных заболеваний КРС / Минсельхоз РФ. – Москва, 2021. – 30 с.

УДК 619:616.98:579.843.95:579.852.13

Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Плотникова М.Э.
Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности, г. Казань
Гараев А.Р.
Республиканская ветеринарная лаборатория, г. Казань

ВЫДЕЛЯЕМОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА И АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РЕСПУБЛИКАХ ТАТАРСТАН И ЧУВАШИЯ

Аннотация. Проведено клинико-эпизоотологическое обследование поголовья крупного рогатого скота в 13 хозяйствах, подозреваемых по заболеванию телят пастереллезом и анаэробной энтеротоксемией крупного рогатого скота. При бактериологическом исследовании патологического материала от 2 павших телок ООО «Агрофирма Татарстан» Высокогорского района Республики Татарстан установлено, что заболевание молодняка крупного рогатого скота в обследованном хозяйстве вызывается возбудителем пастереллеза – *P. multocida*. Дальнейшие бактериологические исследования патологического материала в 13 хозяйствах показали, что заболевание молодняка крупного рогатого скота в обследованных хозяйствах вызывается бактериями *Cl. perfringens* серотипов A, C и D. Результаты выделения чистой культуры, изучения биологических свойств, постановки биопробы подтвердили соответствие выделенных изолятов *P. multocida* и *Cl. perfringens*.

Ключевые слова: анаэробная энтеротоксемия, пастереллез, крупный рогатый скот, выделение эпизоотических изолятов

Анаэробная энтеротоксемия и пастереллёз крупного рогатого скота (КРС) представляют собой серьёзную угрозу для животноводства, вызывая значительный экономический ущерб из-за высокой летальности, снижения продуктивности и затрат на лечение. Эти заболевания широко распространены в регионах с интенсивным животноводством, включая Приволжский федеральный округ (ПФО), который является одним из ключевых производителей молока и мяса в России [1, 2].

В связи с вышеизложенным была определена цель исследований выделить эпизоотические изоляты возбудителей пастереллеза и анаэробной энтеротоксемии крупного рогатого скота.

Работа проводилась в условиях лаборатории противорадиационной защиты животных № 7, бактериальных патологий животных № 15 ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» в период с января по июнь 2025 года. Для выявления неблагополучных хозяйств нами были использованы отчеты Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) об эпизоотической ситуации в РФ за 2020-2023 годы (Москва, 2023) и ответы на официальные запросы ФЦТРБ-ВНИВИ, отправленные в регионы ПФО о выявляемости анаэробной энтеротоксемии и пастереллеза крупного рогатого скота в 2022-2024 годы.

Исходя из анализа полученных данных были проведены работы по выделению эпизоотических изолятов возбудителей анаэробной энтеротоксемии и пастереллеза крупного рогатого скота от больных и павших животных в неблагополучных хозяйствах Республик Татарстан и Чувашия согласно рекомендациям, разработанным И.А. Бакуловым [3].

Диагностика анаэробной энтеротоксемии проводилась в соответствии с «Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят», утвержденными ГУВ МСХ СССР 15 февраля 1984 г. [4]. Для выделения эпизоотических изолятов возбудителя пастереллеза и анаэробной энтеротоксемии крупного рогатого скота проводили бактериологические исследования паренхиматозных органов: сердца, печени, селезенки, почек, легких, а также отрезки тонкого и толстого отделов кишечника с содержимым. Патологический материал для исследования отбирали не позднее 3 ч после смерти животного.

Для выделения возбудителя пастерелл делали посевы на МПА, МПБ, на среду Китта-Тароцци с добавлением сыворотки крови лошади и инкубировали в термостате при 37°С в течение 24-48 часов. Из исследуемого материала делали мазки-отпечатки, которые окрашивали по Граму. Чистую культуру пастерелл получали путем очищения её общепринятыми методами: дробными посевами исследуемого патологического материала, а для разделения смешанных культур путем подкожного заражения белых мышей.

Для дальнейшей идентификации выделенного изолята возбудителя пастереллеза, а также для определения её патогенности заражали подкожно трех белых мышей массой 16 - 18 г по 0,2 $см^3$ 18-24 часовой бульонной культурой с патологического материала, выросшей на МПБ с добавлением сыворотки крови лошади. Биопробу считали положительной, а культуру патогенной при гибели через 24 - 72 ч хотя бы одного из зараженных животных и выделении от него культуры пастерелл. Срок

наблюдения за зараженными животными составлял 7 сут. У выделенных культур изучали культуральные, тинкториальные и морфологические свойства.

Патологический материал для исследования отбирали от 14 павших телят и нетеля в 12 хозяйствах Республики Татарстан и в 1 хозяйстве Чувашской Республики.

Результаты исследований по выделению эпизоотических изолятов анаэробной энтеротоксемии и пастереллеза крупного рогатого скота показали, что *Cl. perfringens* тип А за 1 полугодие 2025 года выделялся из патологического материала павших животных в 11 хозяйствах: КФХ «Грачев В.Г.», Янтиковского района Чувашской Республики, ООО «Битаман», Высокогорского района Республики Татарстан (РТ), ООО «Аксу-Агро», Аксубаевского района РТ, Ж/к «Юхмачи», Алькеевского района РТ, ООО «Азелево», Зеленодольского района РТ, КФХ «Низамов М.Х.», Тюлячинского района РТ, ООО «Агро Лак», Пестречинского района РТ, ООО «Агроторгсервис», Пестречинского района РТ, Пестречинское РГВО частное владение, Пестречинского района РТ, АО «Авангард», Зеленодольский район РТ, ООО «Агрофирма «Татарстан», Высокогорский район РТ.

При клинико-эпизоотологическом исследовании установлено, что анаэробная энтеротоксемия обычно проявляется в указанных хозяйствах спорадическими вспышками и носит стационарный характер. Чаще болеют телята в возрасте от 1-5 дней до 3-3,5 недель. Болезнь в некоторых случаях протекала остро, заканчивалась летальным исходом через 3-8 ч после появления первых симптомов: повышения температуры тела, учащения пульса и дыхания, отказа от корма, вялости, острых колик, нарушения со стороны нервной системы. У отдельных телят регистрировали диарею с примесью крови, кал вначале был желто-зеленого цвета, содержал пузырьки газа, а затем становился буро-коричневым. Животное погибало в коматозном состоянии. Выздоровевшие телята отставали в росте и развитии.

Среди молодняка более старшего возраста (от 3 до 8 мес.) иногда наблюдали внезапную гибель животного без каких-либо признаков развития заболевания. В тех случаях, когда болезнь проявлялась клинически, характерными признаками являлись внезапная потеря координации движений и состояние прострации. Отмечались конвульсия, мышечные спазмы ушей и глаз.

Отдельные случаи энтеротоксемии отмечены у взрослого поголовья в ООО АФ Татарстан Высокогорский района РТ. У них выявлены инфильтраты в подкожной клетчатке в области подчелюстного пространства, шеи, подгрудка и живота.

При бактериологическом исследовании из патологического материала от павших телят выделены изоляты микроорганизмов с характерными для *Cl. perfringens* культурально-морфологическими свойствами. На среде Китта-Тароцци рост культуры характеризовался помутнением среды с образованием осадка и газа. В мазках, окрашенных по Граму, наблюдали грамположительные крупные палочки с закругленными концами.

Для определения токсичности выделенных культур *Cl. perfringens* использовали 10-часовую культуру, выращенную на тиогликолевой среде. Культуру вводили внутрибрюшинно в дозе 0,5 $см^3$ белым мышам массой 16-18 г. Установлено, что изоляты *Cl. perfringens*, выделенные из 13 хозяйств обладали токсичностью по отношению к белым мышам.

Определение типа токсина проводили в реакции нейтрализации, используя набор диагностических сывороток антитоксических «Клостридиум перфрингенс типов А, С, Д», изготовленный ФКП «Курская биофабрика – Фирма «БИОК», согласно инструкции по его применению на белых мышах массой 16-18 г. Установили, что изоляты *Cl. perfringens* из 11 хозяйств относятся к серотипу А, из хозяйства ООО «Молко-Аксу» Аксубаевского района РТ к серотипу С, из хозяйства ООО «Авангард» МТК-2 Буинского района РТ – D.

Пастереллез крупного рогатого скота в Республике Татарстан регистрируется в одном хозяйстве – ООО АФ Татарстан Высокогорского района. Для бактериологических исследований патматериал отбирали от 2 павших телок черно пестрой породы. Телята содержались в групповых клетках. Клиническое проявление болезни характеризовалось ухудшением общего состояния, отказом от корма, наблюдались истечения из носа, отек в области шеи, животные тяжело дышали, больше лежали.

Патологоанатомические изменения: плевра гладкая, блестящая, имеются точечные кровоизлияния; язык темно-красного цвета, на разрезе выступает светло-желтая жидкость; слизистая оболочка глотки и пищевода розового цвета; слизистая бронхов покрасневшая; селезенка кровенаполнена, красно-коричневого цвета; легкие красно-коричневого цвета с синюшным оттенком, тестообразной консистенции, слегка увеличены в размере; сосуды сердца кровенаполнены, на эпикарде имеются множественные кровоизлияния; печень увеличена в размере, неравномерной темно-красно-коричневой окраски; почки увеличены в размере, светло-коричневой окраски, размягчена, на разрезе тусклые, рисунок сглажен; слизистая оболочка тонкого отдела кишечника покрасневшая, набухшая, имеет точечные кровоизлияния; слизистая оболочка толстого отдела кишечника темно-красного цвета, с единичными кровоизлияниями, содержит слизь с примесью крови.

В целях определения способности пастерелл усваивать цитратные и аммонийные соли на – среду Симмонса, а для определения образования сероводорода – на среду Клиглера. Среды

инкубировали в термостате при 37°С 24-48 часов. На сывороточном МПА наблюдали прозрачные округлые колонии, средней величины (диаметром до 3 мм), с ровными краями, слизистой консистенции, серого цвета.

Рост, оцениваемый визуально, появлялся после 6-часового культивирования в виде мелких росинчатых колоний на поверхности МПА и кровяного агара (рис. 2), образовывая сухой беловато-серый налет, прочно как бы враставшего в агар, а на МПБ – в виде легкого, умеренного, равномерного помутнения среды с образованием слизистого осадка на дне пробирки, который при встряхивании поднимался облачком и расходился, создавая помутнение. Через некоторое время среда опять немного светлела, хотя полного просветления не наступало. На среде Симмонса первичный рост появлялся после 24-часового культивирования с изменением среды в ярко-синий цвет. На среде Клиглера роста не было.

Для получения чистой культуры пастерелл ее очищали общепринятыми методами: дробными посевами исследуемого патологического материала, а для разделения смешанных культур – использованием биологического метода, путем подкожного заражения белых мышей.

При бактериологическом исследовании из патологического материала от павших телят выделены изоляты микроорганизмов с характерными для *P. multocida* культурально-морфологическими свойствами.

При изучении биохимической активности выделенных пастерелл по отношению к углеводам на плотных питательных средах с добавлением до 1% углеводов – глюкозы, сахарозы, мальтозы, маннита и сорбита, а также способности образовать индола и сероводород установлено, что выделенные культуры пастерелл неподвижны, сбраживают глюкозу, сахарозу, сорбит, маннит, но не ферментировали мальтозу, образовали индол, но не образовывали сероводород.

Определение вирулентности изолятов путем подкожного заражения белых мышах массой 16-18 г, в дозе по 0,2 $см^3$ 24-часовой бульонной культурой пастерелл показало, что введение пастерелл вызывало 100 % гибель опытных животных через 24, 48 и 72 часа после заражения.

Проведено клинико-эпизоотологическое обследование поголовья крупного рогатого скота и бактериологическое исследование патологического материала от 14 павших телят и нетеля в 12 хозяйствах Республики Татарстан и 1 хозяйства Чувашской Республики, подозреваемых по заболеванию телят пастереллезом и анаэробной энтеротоксемией крупного рогатого скота. Установлено, что заболевание молодняка крупного рогатого скота в ООО «Агрофирма Татарстан» Высокогорского района Республики Татарстан вызвано возбудителем пастереллеза – *P. multocida* серотип А. Во всех 13 хозяйствах из патматериала от павших телят выделен возбудитель анаэробной энтеротоксемии – *Cl. perfringens*. Изоляты *Cl. perfringens* из 11 хозяйств относятся к серотипу А, и по одному хозяйству С и D.

Результаты выделения чистой культуры, изучение биологических свойств, постановка биопробы подтвердили принадлежность выделенных изолятов указанным возбудителям – *P. multocida* и *Cl. perfringens*.

Список литературы

1. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Отчеты по эпизоотической ситуации в РФ за 2020–2023 гг. / Россельхознадзор. — Москва, 2023. — 120 с.
2. Видовой состав клостридий, выделенных от сельскохозяйственных животных на территории отдельных регионов РФ / А. В. Супова, А. В. Капустин, Н. В. Пименов [и др.] // Сборник трудов научно-практической конференции. – Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения – Москва. – 2022. – С. 305–307.
3. Бакулов, И. А. Методическими указаниями по эпизоотологическому обследованию / А. И. Бакулов // Москва: Колос. 1986. – 73 с.
4. Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят: методические указания РФ: официальное издание: утверждены Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 15 февраля 1984 г.: введены в действие 1984-15-02 / разработаны Российской сельскохозяйственной академией – Москва: Россельхозиздат, 1984 – 11 с.

УДК 619:616.98:579.843.95:579.852.13

Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Плотникова Э.М., Садыкова С.В.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань

ИНАКТИВАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВАКЦИН

Аннотация. Исследованиями установили, что при посевах на питательные среды рост бактериальных колоний *P. multocida* из взвеси с концентрацией 3 млрд м.к. в 1 $см^3$ прекращается после инкубирования с 0,3 % формалином при температуре от 37 ºС до 38 ºС в течение от 16 до 20 ч, а при концентрации 10 млрд м.к. в 1 $см^3$, при той же концентрации формалина и температуре от 37 ºС до 38 ºС роста не наблюдали через 72 ч. Проведенные на белых мышах исследования показали, что бактерии *P. multocida* во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к./$см^3$ являются безвредными при инкубировании культуры с формалином в концентрации 0,3 % при температуре от 37 ºС до 38 ºС через 72 ч. Полная инактивация 13 изолятов *Cl. perfringens* типов A, C, D происходила при 0,5 % концентрации формалина при температуре от 37 ºС до 38 ºС через 96 ч. По результатам исследования 13 изолятов *Cl. perfringens* типов A, C, D установлено, что переход их токсинов в анатоксин под действием 0,5 % формалина происходит при температуре от 37ºС до 38 ºС через 10 сут. Таким образом, срок инактивации бактерий *Cl. perfringens* и срок перехода их токсинов в анатоксин значительно различаются.

Ключевые слова: анаэробная энтеротоксемия, пастереллез, крупный рогатый скот, инактивация эпизоотических изолятов

В этиологии желудочно-кишечных и респираторных инфекций значительную роль принадлежит бактериям *Clostridium perfringens* и *Pasteurella multocida*, которые вызывают анаэробную энтеротоксемию и пастереллез. Данные инфекции распространены не только в РФ, но и за ее пределами. [1].

В настоящее время наиболее эффективным способом борьбы с инфекционными заболеваниями является специфическая профилактика, успешно защищающая человека и животных от многих инфекционных болезней [2].

В современных технологиях производства вакцин широко используются следующие инактиванты: формалин, фенол, этанол, этиленимин и его производные.

Некоторые учёные считают, что экзотоксины играют важную роль в развитии патологических процессов, вызываемых бактериями семейства *Pasteurellaceae*. Эти токсины оказывают губительное воздействие на альвеолярные макрофаги, нейтрофилы и лимфоциты, а также приводят к коагуляционному некрозу тканей. В связи с этим наиболее перспективными видами вакцин являются бактеринтоксоидные и субъединичные вакцины [3].

Формалин обладает уникальным свойством превращать экзотоксины грамотрицательных бактерий в анатоксины, что способствует повышению защитных и антитоксических свойств вакцин, следовательно, и их иммуногенности [3]. Под воздействием формалина и температуры экзотоксины теряют свою токсичность, но сохраняют способность вызывать иммунный ответ. Такие модифицированные токсины, называемые анатоксинами, используются для профилактики столбняка, газовой гангрены, ботулизма и дифтерии. Анатоксины также применяются в качестве антигенов для иммунизации животных с целью получения анатоксических сывороток. Важно отметить, что формалин распадается на углекислый газ и воду, не требуя нейтрализации побочных продуктов взаимодействия с бактериями и питательной средой.

В связи с вышеизложенным была определена цель исследований – изучить условия инактивации возбудителей анаэробной энтеротоксемии и пастереллеза для разработки вакцин.

Работа проводилась в условиях лаборатории противорадиационной защиты животных № 7 и лаборатории бактериальных патологий животных № 15 ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ».

Для решения поставленной задачи использовались изолят культуры *Pasteurella multocida* тип А, выделенный в ООО «Агрофирма «Татарстан». Изоляты *Cl. perfringens* тип А, выделенные в 11 хозяйствах: КФХ «Грачев В.Г.», Янтиковского района Чувашской Республики, ООО «Битаман», Высокогорского района Республики Татарстан (РТ), ООО «Аксу-Агро», Аксубаевского района РТ, Ж/к «Юхмачи», Алькеевского района РТ, ООО «Азелево», Зеленодольского района РТ, КФХ «Низамов М.Х.», Тюлячинского района РТ, ООО «Агро Лак», Пестречинского района РТ, ООО «Агроторгсервис», Пестречинского района РТ, Пестречинское РГВО частное владение, Пестречинского района РТ, АО «Авангард», Зеленодольского района РТ, ООО «Агрофирма «Татарстан», Высокогорский района РТ.

Возбудитель *Cl. perfringens* тип С был выделен в ООО «Молко Аксу» Аксубаевского района РТ, *Cl. perfringens* тип D – в ООО «Авангард» МТК-2, Буинского района РТ.

Для выращивания пастерелл использовали питательные среды на основе перевара Хоттингера с pH 7,9-8,0 и содержанием амминного азота не менее 178-180 мг %, МПА, МПБ, среда Китта-Тароцци. Готовые питательные среды стерилизовали в автоклаве при температуре 120 ºС в колбах и матрах в течение 60 минут. Выращенные культуры проверяли на чистоту, путем микроскопии мазков. Мазки окрашивали по Граму, микроскопировали под иммерсией с 1000-кратным увеличением. В исследованиях использовали взвесь культуры *Pasteurella multocida* в концентрации 3 млрд и 10 млрд м.к./см^3. Необходимую концентрацию взвеси пастерелл получали двумя способами: путем снижения объема физраствора при смыве бактериальной массы и центрифугирования культуры. Центрифугирование бактериальной массы проводили при 4000 об/мин в течение 15 мин. Относительное ускорение центрифуги равнялось 5330 g. Концентрацию микробных клеток определяли по стандарту мутности Л.А. Тарасевича. После этого проводили инактивацию 0,05 %; 0,1 %; 0,2 %; 0,3 %; 0,4 %; 0,5 % растворами формалина, содержащего не менее 37 % формальдегида (ГОСТ 1625-2016, изготовленным АО «ВЕКТОН», г. Санкт-Петербург) при температуре от 37 °С до 38 °С.

Суспензию в ходе инактивации перемешивали через каждые 4 часа. Выбор формалина в качестве инактивирующего агента был также обусловлен его способностью превращать экзотоксины грамотрицательных бактерий в анатоксины, что, в свою очередь, повышает защитные свойства вакцин за счет увеличения их иммуногенности [4].

Полноту инактивации проверяли путем посева культур на среду Хоттингера, МПА, МПБ, среда Китта-Тароцци и выращивали в условиях термостата при температуре от 37 °С до 38 °С, а на среде Сабуро при температуре от 23 ºС до 25 ºС в течение 10 суток. Кроме того, проводили оценку безвредности инактивированной бактериальной массы на 80 белых мышах массой 16-18 г, из которых сформировали 16 групп по 5 особей. Для этого подопытным животным внутрибрюшинно вводили взвесь микробов в объеме 0,5 см^3 с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3. Наблюдение за опытными животными продолжали в течение 14 сут. Препарат считался инактивированным в случае отсутствия роста бактерий *Pasteurella multocida* на питательных средах. Безвредность оценивали по отсутствию каких-либо местных и системных реакций, в том числе гибели, у подопытных животных.

В следующей серии опытов изучали режимы инактивации 13 изолятов *Clostridium perfringens* типов А, С и D, выделенных в регионах Приволжского Федерального округа. Диагностику анаэробной энтеротоксемии и выделение изолятов проводили в соответствии с [10]. Для получения биомассы изолятов *Cl. perfringens* использовали сухую тиогликолевую среду, изготовленную ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», ТУ 9398-040-78095326-2008. Для получения питательной среды сухой препарат в количестве 31,0 г растворяли в 1 л дистиллированной воды, кипятили в течение 2 мин, профильтровали через бумажный фильтр и разливали в предназначенные для получения бакмассы пробирки, колбы и бутыли. Готовую питательную среду стерилизовали в автоклаве при температуре 121 ºС в пробирках в течение 30 мин, колбах и бутылях – 60 минут. Анаэробные условия для выращивания *Cl. perfringens* создавали путем наслоения на поверхность питательной среды медицинского вазелинового масла.

Культивирование выделенных изолятов *Cl. perfringens* типов А, С и D проводили в течение 8 часов при температуре от 37 ºС до 38 ºС в условиях термостата, концентрировали путем осаждения гидроокисью алюминия до 10 млрд м.к./см^3. Инактивацию культур изолятов *Cl. perfringens* А, С и D осуществляли 0,3 %; 0,5 %; 0,7 % формалином (ГОСТ 1625-2016). Проводили исследования по определению оптимального режима инактивации бактерий *Cl. perfringens* и их токсинов. Выращенные культуры проверяли на чистоту, а также на инактивацию путем микроскопии мазков, окрашенных по Граму, и высева на следующие питательные среды: ГРМ-агар, ГРМ-бульон, тиогликолевую среду под вазелиновым маслом, агар Сабуро. Мазки, микроскопировали под иммерсией с 100-кратным увеличением. Для определения оптимальной продолжительности инактивации изолятов проводили также определение срока перехода токсинов *Cl. perfringens* в анатоксин по показателю выживаемости белых мышей. Исследования проводили на 468 белых мышах, разделенных на 156 групп по три головы.

Результаты исследований по определению оптимальных режимов инактивации бактерий *P. multocida* взвеси с концентрацией 3 млрд м.к. в 1 см^3, проведенных 0,05-0,5 % формалином при температуре от 37 ºС до 38 ºС, показали, что при инкубировании *P. multocida* с концентрацией 3 млрд м.к./см^3 0,3 % формалином при температуре от 37 ºС до 38 ºС в течение 16-20 часов роста бактериальных колоний на питательной среде не наблюдалось. Параллельные исследования по определению оптимальных режимов инактивации бактерий *P. multocida* во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3 0,05-0,5 % формалином при температуре от 37 ºС до 38 ºС, показывают, что при посевах на питательные среды роста бактериальных колоний P. multocida во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3 не наблюдалось после инкубирования 0,3 % формалином в течение 72-96 часов. Однако опыты по определению безвредности инактивированных изолятов на белых мышах показали,

что при инкубировании бактерий *P. multocida* во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3 0,3 % формалином в течение 72 ч происходит падеж 20 % мышей, а через 96 часов падежа не наблюдается. Следовательно, бактерии *P. multocida* во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3 являются безвредными при концентрации формалина 0,3 % через 96 ч инкубирования при температуре от 37 ºС до 38 ºС. Результаты оценки безвредности инактивированной культуры *P. multocida*, проведенной на белых мышах показывают, что полная инактивация бактерий *P. multocida* с концентрацией 10 млрд м.к. в 1 см^3 наблюдается при концентрации формалина 0,3 % через 3 сут, при этом выжило 80 % животных, а на 4 сут выживаемость составила 100 %, где все животные выжили. При введение не инактивированной взвеси бактерий (контроль) все животные пали.

Результаты исследования по определению оптимальных режимов инактивации бактерий *Cl. perfringens* показывают, что полная инактивация бактерий *Cl. perfringens* при температуре от 37 оС до 38 оС 0,7 % формалином происходит через 72 ч (тип С и D) и 96 ч (тип А, С, D), а 0,3 % и 0,5 % формалином – через 96 ч.

Результаты исследований по определению сроков перехода токсинов *Cl. perfringens* в анатоксин под действием формалина в концентрации от 0,3 до 0,7 % показывают, что полная инактивация токсинов *Cl. perfringens* происходит под действием 0,5 % и 0,7 % формалина через 10 сут выдерживания их при температуре от 37 ºС до 38 ºС. Под действием 0,3 % формалина за это время полного перехода токсина в анатоксин не происходит.

Таким образом, результаты исследований показывают, что оптимальным режимом инактивации бактериальной массы *Cl. perfringens* и их токсинов является выдерживание в термостате в присутствии формалина концентрацией 0,5 % при температуре от 37 ºС до 38 ºС в течение 10 сут.

Проведенными исследованиями установлено, что при посевах на питательные среды роста бактериальных колоний не наблюдалось после инкубирования *P. multocida* во взвеси с концентрацией 3 млрд м.к. в 1 см^3 с 0,3 % формалином при температуре от 37 ºС до 38 ºС в течение от 16 до 20 ч, а при концентрации 10 млрд м.к. в 1 см^3 при той же концентрации формалина и температуре от 37 ºС до 38 ºС отсутствие роста не отмечали через 72 ч.

Оценка безвредности инактивированных бактерий, проведенная на белых мышах, показала, что полная инактивация *P. multocida* наблюдается при концентрации формалина 0,3 % через 4 сут со 100 % выживаемостью животных. При введении не инактивированной взвеси бактерий (контроль) все животные пали. Следовательно, бактерии *P. multocida* во взвеси с концентрацией 10 млрд м.к./см^3 являются безвредными при инкубировании культуры с формалином в концентрации 0,3 % при температуре от 37 ºС до 38 ºС в течение 96 ч.

Результаты исследования по определению оптимального режима инактивации 13 изолятов *Cl. perfringens* типов А, С, D показали, что полная их инактивация происходит при 0,5 % концентрации формалина через 4 сут при температуре от 37 ºС до 38 ºС. По результатам исследования 13 изолятов *Cl. perfringens* типов А, С, D установлено, что переход их токсинов в анатоксин под действием 0,5 % формалина происходил при температуре от 37 °С до 38 °С через 10 сут.

Таким образом, установлено, что срок инактивации бактерий *Cl. perfringens* и срок перехода их токсинов в анатоксин значительно различаются.

В результате проведенных исследований установлены оптимальные режимы инактивации возбудителей пастереллеза и анаэробной энтеротоксемии крупного рогатого скота, необходимые для изготовления вакцины против указанных болезней.

Список литературы

1. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Отчеты по эпизоотической ситуации в РФ за 2020–2023 гг. / Россельхознадзор. — Москва, 2023. — 120 с.
2. Министерство сельского хозяйства РФ. Рекомендации по профилактике инфекционных заболеваний КРС / Минсельхоз РФ. – Москва, 2021. – 30 с.
3. Сидоров, А. А. Пастереллёз крупного рогатого скота: диагностика и меры борьбы: монография / А. А. Сидоров. – Москва: Агропромиздат, 2019. – 320 с. – ISBN 978-5-9532-5678-3
4. Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят: методические указания РФ: официальное издание: утверждены Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 15 февраля 1984 г.: введены в действие 1984-15-02 / разработаны Российской сельскохозяйственной академией – Москва: Россельхозиздат, 1984 – 11 с.

УДК 619:616.98:579.843.95:579.852.13

Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Трофимов Д.Л.
Федеральный центр токсикологической, радиационной
и биологической безопасности, г. Казань
Гараев А.Р.
Республиканская ветеринарная лаборатория, г. Казань

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН В 2022-2024 ГОДАХ

Аннотация. Проведено клинико-эпизоотологическое обследование животных в хозяйствах Республики Татарстан, подозреваемых по заболеванию анаэробной энтеротоксемией крупного рогатого скота и других видов животных. При бактериологическом исследовании патологического материала от павших животных в период 2022-2024 годов в хозяйствах, а также в частном секторе, подозреваемых по заболеванию анаэробной энтеротоксемией, выделены изоляты *Cl. perfringens* тип А, С и D. В результате исследований установлено, что *Cl. perfringens* тип А, С, Д в 2022-2024 годы наиболее часто выделялся из патологического материала павших телят в следующих хозяйствах: Зеленодольский р-н – ООО «Азелево», АО «Авангард»; Аксубаевский р-н ООО «Аксу-Агро»; Тюлячинский р-н – ООО «Игенче», КФХ «Ахметова», ООО АФ «Чулпан», КФХ «Низамов», ООО «АГРО Лак»; Высокогорский р-н ООО «Агрофирма «Татарстан», ООО «Альнассер»; Алькеевский р-н – ООО «Хузангаевское»; Балтасинский р-н – ООО «Бурбаш». Анализ результатов выделения возбудителей анаэробной энтеротоксимии КРС показал, что в 2022 г. в 61 хозяйстве у 87 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 71 изолят, *Cl. perfringens* тип С – 14; *Cl. perfringens* тип Д – 1 изолят; в 2023 г. в 39 хозяйствах у 47 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 39 изолятов; *Cl. perfringens* тип С – 12 изолятов; в 2024 г. в 39 хозяйствах у 53 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 42 изолята, *Cl. perfringens* тип С – 10 изолятов. Результаты выделения чистой культуры, изучение биологических свойств, результаты постановки биопробы подтвердили принадлежность выделенных изолятов к *Cl. perfringens*. Бактериологические исследования патматериала от павших животных в хозяйствах Татарстана за 2022-2024 годы показывают, что *Cl. perfringens* тип А выявлен у следующих видов животных: телят, коров, овец, коз, лошадей, собак, кошек, кур; тип С – телят, жеребят, ягнят, овец, собак, кошек, хорьков, норок, соболей; тип D – телят. Из патологического материала телят выделены все 3 типа *Cl. perfringens* – типы А, С и Д.

Ключевые слова: эпизоотический мониторинг, анаэробная энтеротоксемия, крупный рогатый скот, выделение эпизоотических изолятов

Анаэробная энтеротоксемия крупного рогатого скота (КРС) (возбудитель *Cl. perfringens* серотипов А, С и D) представляет собой серьёзную угрозу для животноводства, вызывая значительный экономический ущерб из-за высокой летальности, снижения продуктивности и затрат на лечение. Это заболевание широко распространено в регионах с интенсивным животноводством, включая Приволжский федеральный округ (ПФО), который является одним из ключевых производителей молока и мяса в России [1].

Болезни клостридиозной этиологии регистрируется во всех странах мира и наносят значительный экономический ущерб животноводческим предприятиям. В связи с широким распространением и способностью клостридий длительное время сохранять жизнеспособность в окружающей среде, они до настоящего времени представляют серьезную проблему для скотоводства. Поскольку клостридиозы являются токсикоинфекциями и развиваются стремительно, основным средством борьбы с ними является специфическая профилактика и постоянный мониторинг неблагополучных регионов [2].

Клостридии представляют собой патогенные, условно-патогенные и сапрофитные, спорообразующие анаэробные микроорганизмы, относящиеся к семейству *Clostridiacae*, роду *Clostridium*. Родовое название дано на основании сходства споровых форм этих микроорганизмов с веретеном «closter», которое они приобретают в результате раздувания бактериальных клеток крупными спорами, располагающимися в центре или ближе к одному концу клетки. По классификации Bergey (1974) род *Clostridium* был включен в семейство *Bacillacea*. В восьмом издании определителя Bergey (1974) описан 61 вид клостридий, из них только 12 патогенные, а остальные – непатогенные микробы, вызывающие процессы брожения и гниения разнообразных субстратов растительного и животного происхождения [3].

Для животных особо опасные клостридиозы – это анаэробная энтеротоксемия телят (возбудитель *Cl. perfringens* серотипов А, С и D); анаэробная дизентерия ягнят (возбудитель *Cl. perfringens* (Lamb dysentery bacillus) типа В); инфекционная энтеротоксемия овец (возбудитель *Cl.*

perfringens типа D (*Bac. ovitoxicus*); злокачественный отек животных (возбудитель *Cl. septicum* (Vibrion septique, Bacillus oedematis maligni)); брадзот овец (возбудитель *Cl. septicum* (Vibrion septique, Bacillus oedematis maligni)); эмфизематозный карбункул (возбудитель *Cl. chauvoei* (*Bacillus chauvoei*)); столбняк (возбудитель *Cl. tetani* (*Bacillus tetani*)); ботулизм (возбудитель *B. botulinus* (*Cl. botulinum*)); раневая инфекция (возбудитель *Cl. histoliticum*).

Cl. perfringens состоит из 5 типов (A, B, C, D, E), которые отличаются между собой по основным летальным токсинам (Bergey, 1974). Типы *Cl. perfringens* отличаются друг от друга по синтезируемым ими водорастворимым антигенам (экзотоксинам) – альфа (α), бета (β), гамма (γ), дельта (δ), эпсилон (ε), эта (η), тэта (в), йота (ι), каппа (х), ламбда (λ), мю (μ), ню (ν), которые вырабатываются разными штаммами в различных сочетаниях. Токсины α, β, ε, ι обладают выраженными летальными и некротическими свойствами, играющими основную роль в этиологии болезней, вызываемых *Cl. perfringens* [3].

Cl. perfringens, преимущественно серотипы A, C и D, продуцируют сильнодействующие экзотоксины, которые вызывают поражение слизистой оболочки кишечника, нарушение всасывания питательных веществ и общую интоксикацию организма.

В настоящее время наиболее эффективным способом борьбы с инфекционными заболеваниями является специфическая профилактика, успешно защищающая человека и животных от многих инфекционных болезней.

В связи с вышеизложенным целью исследований явилось изучение эпизоотической ситуации по анаэробной энтеротоксемии в Республике Татарстан.

Работа проводилась в условиях лаборатории противорадиационной защиты животных № 7 и бактериальных патологий животных № 15 ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». В соответствии с поставленной целью проведена работа по изучению эпизоотической ситуации по анаэробной энтеротоксемии в Республике Татарстан. Для решения поставленной задачи был проведен анализ результатов выделения эпизоотических изолятов *Cl. perfringens* из патологического материала павших животных в хозяйствах Республики Татарстан за 2022-2024 годы.

Объектом для исследования служили сельскохозяйственные животные (телята, коровы). Диагностика анаэробной энтеротоксемии проводилась в соответствии с «Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят», утвержденными ГУВ МСХ СССР 15 февраля 1984 г.

Исходя из анализа полученных данных была проведена работы по выделению эпизоотических изолятов возбудителей анаэробной энтеротоксемии от больных и павших животных в неблагополучных хозяйствах Республики Татарстан согласно рекомендациям, разработанным И.А. Бакуловым [4].

Диагностика анаэробной энтеротоксемии проводилась в соответствии с «Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят», утвержденными ГУВ МСХ СССР 15 февраля 1984 г. [5].

Результаты выделения эпизоотических изолятов *Cl. perfringens* из патологического материала павших животных в хозяйствах Республики Татарстан за 2022-2024 годы показывают, что *Cl. perfringens* тип А выявлен из патологического материала в хозяйствах Татарстана за 2022-2024 годы у следующих видов животных: телят, коров, овец, коз, лошадей, собак, кошек, кур; тип С – телят, жеребят, ягнят, овец, собак, кошек, хорьков, норок , соболей; тип D – телят. Из патологического материала телят выделены все 3 типа *Cl. perfringens* – типы A, C и D.

Cl. perfringens тип A, C, D в 2022-2024 годы наиболее часто выделялся из патологического материала павших телят в следующих хозяйствах: Зеленодольский район – ООО «Азелево», АО «Авангард»; Аксубаевский район ООО «Аксу-Агро»; Тюлячинский район – ООО «Игенче», КФХ «Ахметова», ООО АФ «Чулпан», КФХ «Низамов», ООО «АГРО Лак»; Высокогорский район ООО «Агрофирма «Татарстан», ООО «Альнассер»; Алькеевский район – ООО «Хузангаевское»; Балтасинский район – ООО «Бурбаш».

Анализ результатов выделения возбудителей анаэробной энтеротоксемии КРС показал, что в 2022 г. в 61 хозяйстве у 87 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 71 изолят, *Cl. perfringens* тип С – 14; *Cl. perfringens* тип D – 1 изолят; в 2023 г. в 39 хозяйствах у 47 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 39 изолятов; *Cl. perfringens* тип С – 12 изолятов; в 2024 г. в 39 хозяйств у 53 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 42 изолята, *Cl. perfringens* тип С – 10 изолятов.

Анализ результатов выделения возбудителей анаэробной энтеротоксимии крупного рогатого скота показал, что в 2022 году в 61 хозяйстве у 87 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 71 изолят, *Cl. perfringens* тип С – 14 изолят и *Cl. perfringens* тип D – 1 изолят; в 2023 году в 39 хозяйствах у 47 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 39 изолятов, *Cl. perfringens* тип С – 12 изолятов; в 2024 году в 39 хозяйствах у 53 животных выделялся *Cl. perfringens* тип А 42 изолята, *Cl. perfringens* тип С – 10 изолятов.

Результаты выделения чистой культуры, изучение биологических свойств, постановка биопробы подтвердили соответствие выделенных изолятов *Cl. perfringens*.

Список литературы

1. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Отчеты по эпизоотической ситуации в РФ за 2020–2023 гг. / Россельхознадзор. — Москва, 2023. — 120 с.
2. Видовой состав клостридий, выделенных от сельскохозяйственных животных на территории отдельных регионов РФ / А. В. Супова, А. В. Капустин, Н. В. Пименов [и др.] // Сборник трудов научно-практической конференции. – Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения – Москва. – 2022. – С. 305–307.
3. Хоулт, Дж. Определитель бактерий Берджи / Дж. Хоулт, Н. Криг, П. Снит, Д.Ж. Стейли, С. Уильямс // Москва: Мир. – 1997. – Т.1. – С. 202–203. Т.2 – С. 432–568.
4. Бакулов, И. А. Методическими указаниями по эпизоотологическому обследованию / А. И. Бакулов // Москва: Колос. 1986. – 73 с.
5. Методическими указаниями по лабораторной диагностике инфекционной энтеротоксемии животных и анаэробной дизентерии ягнят: методические указания РФ: официальное издание: утверждены Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 15 февраля 1984 г.: введены в действие 1984-15-02 / разработаны Российской сельскохозяйственной академией – Москва: Россельхозиздат, 1984 – 11 с.

УДК 636.033

Харченко Е.Н.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АБСЦЕСС У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Аннотация. В данной статье описаны классификации абсцессов у крупного рогатого скота, а также схема лечения.

Ключевые слова: абсцесс, классификация, крупный рогатый скот, лечение.

Абсцесс у крупного рогатого скота (КРС) — это ограниченное гнойное воспаление, сопровождающееся формированием полости, заполненной гноем. Чаще абсцессы формируются в подкожной клетчатке, но могут располагаться и в других тканях: мышцах, костях, вымени и внутренних органах.

Заболевание сопровождается болью, интоксикацией, некрозом части тканей, значительным снижением продуктивности особей. При отсутствии лечебных мероприятий абсцесс может вызвать заражение крови.

В настоящее время одним из актуальных направлений животноводства является скотоводство, которое представляет собой динамично развивающуюся отрасль сельского хозяйства за счёт высоких показателей воспроизводства стада и качества получаемой продукции. Значительную роль в скотоводстве будет иметь крепкое и здоровое поголовье стада, поскольку от этого напрямую будет зависеть получение лучших племенных качеств животных и улучшение мясных и молочных показателей получаемого поголовья стада.

Абсцесс является одной из наиболее распространённых патологий в ветеринарной практике, представляя собой локализованное гнойное воспаление тканей, возникающее в результате бактериальной инфекции или травматического повреждения. Данное заболевание часто встречается у различных видов животных, включая крупный рогатый скот, что обусловливает значительные экономические потери в животноводстве из-за снижения продуктивности, ухудшения общего состояния здоровья и необходимости проведения длительного лечения. Лечение абсцесса представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода, включающего своевременную диагностику, применение адекватных медикаментозных средств и, при необходимости, хирургическое вмешательство.

Для гнойной патологии предполагают классификацию по нескольким показателям:

1. По клиническому течению - острые и хронические гнойные инфекции, которые подразделяются на местные и общие.
2. По локализации - поражение кожи и подкожной клетчатки, мышц, органов грудной полости, органов брюшной полости, органов тазовой полости и др.
3. По этиологии - стафилококковые, стрептококковые, коринебактериозные, пневмококковые, колибактериалные, клостридиозные, анаэробные не спорообразующие инфекции, смешанные или ассоциированные и др.

Доброкачественные абсцессы содержат густой сливкообразный гной с большим количеством живых лейкоцитов. Микробов в таком гное мало или они вовсе отсутствуют. Доброкачественный абсцесс образуется при проникновении в ткани маловирулентных стафилококков, а также при введении под кожу скипидара.

Злокачественные абсцессы содержат жидкий гной с огромным количеством микробов; лейкоцитов в таком гное или очень мало или вовсе нет. Эти абсцессы возникают при проникновении в ткани гнойно-гнилостных и анаэробных микробов.

Горячие абсцессы - характеризуются отчетливо выраженными местными воспалительными явлениями, острым течением и быстрым формированием гнойников, склонных к самопроизвольному вскрытию.

Холодные абсцессы - развиваются на почве инфицирования тканей маловирулентными микробами. Они чаще всего наблюдаются у старых и истощенных животных с пониженной реактивностью. Характерными особенностями таких абсцессов являются медлительность развития и слабое проявление основных признаков воспалительного процесса. Стенка абсцесса развита слабо.

К поверхностным абсцессам - относят абсцессы, развивающиеся в подкожной клетчатке. Глубокие абсцессы бывают: межмышечные, внутримышечные, субфасциальные и т.д.

Диагностика. Абсцесс у коров представляет собой локализованное скопление гноя, возникающее в результате воспалительной реакции на инфекцию или травму. Правильная диагностика абсцесса имеет критическое значение для выбора адекватной терапии и предотвращения осложнений. Диагностический процесс включает в себя следующие этапы:

Клинический осмотр: Первоначальная диагностика начинается с тщательного клинического осмотра животного. Ветеринар должен обратить внимание на общие признаки заболевания, такие как повышение температуры тела, аппетита и активности, а также на наличие локализованных отеков или уплотнений в области возможного абсцесса.

Анамнез. Сбор анамнеза играет важную роль в диагностике. Ветеринар должен выяснить, были ли у животного травмы, инъекции или другие вмешательства в области, где подозревается абсцесс. Также важно учитывать предшествующие заболевания и состояние здоровья коровы.

Пальпация: Пальпация предполагаемой области абсцесса позволяет определить наличие и размер образования. Обычно абсцесс прощупывается как болезненное, мягкое или эластичное образование, которое может иметь четкие границы.

Лабораторные исследования: Для подтверждения диагноза могут быть проведены лабораторные исследования. Общий анализ крови может показать признаки воспаления, такие как лейкоцитоз и увеличение уровня белка. Бактериологическое исследование содержимого абсцесса позволяет идентифицировать возбудителя инфекции и определить его чувствительность к антибиотикам.

Ультразвуковая диагностика: Ультразвуковое исследование может быть использовано для визуализации абсцесса, особенно в труднодоступных областях. Это позволяет оценить размеры образования, его локализацию и состояние окружающих тканей.

Дифференциальная диагностика. Важно провести дифференциальную диагностику с другими заболеваниями, такими как лимфаденит, саркома или другие опухолевые образования. Это поможет избежать ошибок в диагнозе и выбрать правильную тактику лечения.

Симптомы. Первый признак — чётко локализованная припухлость, на ощупь тёплая и плотная. Кожа на этом участке отекает, при нажатии на припухлость ямка сохраняется относительно длительное время. Если у коровы светлая кожа, припухлость имеет багровый оттенок.

Некоторые общие симптомы: повышение температуры, дрожь, учащённое дыхание и пульс, нарушение рубцового пищеварения, ухудшение аппетита и продуктивности.

Лечение. Для лечения применяют 0,5 % раствор новокаина для проведения циркулярной инфильтрационной анестезии и обезболивания по линии проведённого разреза. Циркулярная анестезия проводится следующим образом: раствор вводится в несколько точек, которые находятся друг напротив друга и область инъекций по форме напоминает вид треугольника. После того, как у коров произведено вскрытие абсцесса сследующим этапом идет удаление гнойного содержимого двумя разными средствами: 3 % раствор перекиси водорода или антисептический раствор хлоргексидина 0,05 %. Данные средства оказывают своё антисептическое действие и предотвращение дальнейшее распространение патогенной микрофлоры.

В послеоперационный период, то есть после вскрытия абсцесса проводят лечение мазями, применяют мазь Левомеколь-вет, обладающая противовоспалительным, антимикробным и регенерирующим действиями за счёт входящего в состав действующего вещества левомицетина, и ихтиоловая мазь, проявляющая противовоспалительное действие на очаг поражения и ускоряющая регенерацию тканей.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Харченко Е.Н.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ АБСЦЕССА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация. В данной статье описано лечение абсцессов у крупного рогатого скота.
Ключевые слова: абсцесс, крупный рогатый скот, лечение.

Материалом для проведения лечения служили коровы в количестве 2 голов в возрасте 2-3 года голштинизированной чёрно-пёстрой породы. У всех из них был подтверждён диагноз – абсцесс.

Перед началом лечения были собранные анамнестические данные со слов работников, ухаживающих за животных (наиболее частыми причинами возникновения абсцессов являлось нарушение санитарно-гигиенических условий при содержании поголовья в стойлах и воздействие травмирующих факторов, в результате которых происходит механическое повреждение ткани) и было проведено общее клиническое обследование животных, проведённое общими методами, то есть визуально осмотром и пальпацией. У всех животных абсцессы представляют собой возвышающуюся припухлость на коже, у которой может быть повышена местная температура и будет наблюдаться болезненность (при дотрагивании животное начинает мычать).

Перед назначением лечения все коровы с диагнозом абсцесс были разделены по двум группам: в группу № 1 и в группу № 2 (Табл.1)

Таблица 1. Группы животных

Группа № 1	Группа № 2
n=3	
Коровы голштинизированной породы: 1 голова-2 года, 1 голова-1 год, 1 голова-3 года, живая масса тела удовлетворительная 500-550 кг,	Коровы голштинизированной породы: 2 головы-2 года, 1 голова-3 года, живая масса тела удовлетворительная 500-550 кг,

На основании таблицы видно, что комплектование группы № 1 было аналогично условиям комплектования группы № 2, то есть в обеих группах находились коровы одной возрастной группы с удовлетворительной живой массой тела. Схемы лечения коров, больных абсцессом представлены в таблице № 2.

Таблица 2. Схемы лечения

Наименование лекарственного препарата, доза, способ применения и кратность	Схемы терапии коров n=3	
	Группа № 1	Группа № 2
Спиртовой раствор йода 5% наружно для подготовки операционного поля	+	+
Раствор новокаина 0,5%-40 мл для циркулярной инфильтрационной анестезии и обезболивания по лини проведённого разреза	+	+
Хлоргексидин 0,05%-100мл наружно для промывания раны	-	+
Перекись водорода 3%-100мл наружно для промывания раны, однократно	+	-
Левомеколь-вет-100г наружно наносить тонким слоем 2 раза в день до заживления	-	+
Ихтиоловая мазь-10%-25г наружно наносить тонким слоем 2 раза в день до заживления	+	-

Как видно по таблице 2 схема лечения коров с абсцессом как в группе №1, так и в группе № 2 начиналась с выстриганием шерстного покрова в области образовавшегося абсцесса и подготовки операционного поля путём обеззараживания области спиртовым раствором йода. В одной и в другой группе применяли 0,5 % раствор новокаина для проведения циркулярной инфильтрационной анестезии и обезболивания по линии проведённого разреза.

Таблица 3. Динамика изменения клинических признаков

Клиническая картина абсцессов во время лечения	Группа № 1			Группа № 2		
	n=3					
	Дни лечения ….. суток					
	3-й день , голов	5-й день, голов	10-й день, голов	3-й день, голов	5-й день, голов	10-й день, голов
1.Наличие болезненности в области раны	3	2	0	2	1	0
2.Гиперемия в области вскрытия абсцесса	3	2	1	2	1	0
3. Кровоточивость раны	3	2	0	2	0	0
4.Выраженная припухлость в области вскрытого абсцесса	3	3	2	3	1	0

На основании таблицы 3 видно, что более быстрое купирование клинических признаков происходило в группе № 2, тогда как в группе № 1 у коров на 5-й день лечения такие симптомы, как болезненность, гиперемия на месте вскрытого абсцесса и кровоточивость наблюдались у 2 коров из 3, а на 10-й день терапии ещё у 2 коров данной группы сохранялась припухлость в области вскрытого абсцесса. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о большей эффективности схемы лечения, применённой у коров группы № 2.

Таблица 4. Динамика заживления

№ коровы	По дням, площадь в см^2												Струп, дней	Кол-во дней (среднее по групп)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Группа № 1														
57	9,5	9,5	9,5	9,0	8,0	7,5	6,5	5,5	4,5	3,0	1,5	0,5	12	11
64	8,0	8,0	7,6	7,0	6,5	5,5	4,0	3,0	2,0	1,0	0,5	-	11	
68	7,5	7,5	7,0	6,5	6,0	5,0	4,0	3,0	2,5	1,5	0,9	-	11	
Группа № 2														
59	8,5	8,5	8,0	6,5	5,0	3,5	2,0	0,5	-	-	-	-	8	8
74	9,0	9,0	8,6	7,5	6,5	5,0	3,0	1,5	0,8	-	-	-	9	
92	7,0	7,0	6,5	5,0	3,5	2,0	1,0	0,5	-	-	-	-	8	

Как видно по таблице, более быстрая динамика уменьшения площади вскрытого абсцесса, выраженная в см^2 наблюдалась у коров, находящихся в группе № 2, у которых уже на 8-й и 9-й дни лечения наблюдалось образование струпа (среднее количество затрачиваемого времени на образование струпа у коров данной группы было 8 дней).

Таблица 5. Обобщение результатов проведённого лечения абсцессов

Применённая схема терапии	Эффективность лечения на…. (n=10)					
	На 3-й день терапии		На 5-й день терапии		На 10-й день терапии	
	Абс. значение	%	Абс. значение	%	Абс. значение	%
Группа № 1	0	0	1	33,3	2	66,7
Группа № 2	1	33,3	2	66,7	3	100

На основании таблицы 5 видно, что при терапии абсцессов препаратами, применёнными в группе № 1 выздоровление коров происходило медленнее: на 5-й день лечения клинические симптомы заболевания отсутствовали только у 33,3 % голов, а на 10-й день терапии у 66,7 %, то есть ещё у 1 коровы из 3-х в данной группе сохранялись клинические симптомы болезни. У коров группы № 2 процесс купирования клинических признаков происходил быстрее: на 3-й день терапии симптомы болезни отсутствовали у 33,3 %, на 5-й день- у 66,7 %, а на 10-ый день терапии все 3 коровы уже были здоровы, что подтверждает эффективность применённой схемы лечения.

Вывод. Применённое лечение абсцессов у коров группы № 2, состоящее в послеоперационный период из мази Левомеколь-вет привело на 10-й день терапии к 100 % выздоровлению коров, тогда как терапия коров группы № 2, имеющая в составе ихтиоловую мазь привела к купированию клинических симптомов болезни у 66,7 % коров. Таким образом на основании вышеизложенного можно сделать вывод о большей эффективности применённой схемы лечения у коров группы № 2.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.

3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Гончаров Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВИДЫ И ПРОФИЛАКТИКА МАСТИТОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается одна из постоянных проблем в сельском хозяйстве, а именно наличие такого заболевания как мастит. Будет проводиться обзор по видам образования данного заболевания и методы профилактики данного заболевания. Статья предназначена для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Ветеринария" и для общего ознакомления.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мастит, молочная железа, инфекции.

Мастит у молочных коров — это воспаление молочной железы, которое развивается в ответ на проникновение микроорганизмов или повреждение вымени. Заболевание может протекать в острой, хронической и скрытой (субклинической) формах. Опасность мастита в том, что на ранних стадиях он может протекать практически незаметно. Заболевание приводит к снижению удоев, снижению качества молока, преждевременной выбраковке животных.

Мастит, воспаление молочной железы, может иметь различные осложнения, которые, если их не лечить, могут привести к серьезным последствиям.

Наиболее распространенным осложнением является абсцесс молочной железы. Это скопление гноя в тканях молочной железы, которое формируется из-за инфекции. Абсцесс может вызвать сильную боль, покраснение и припухлость, а также повышение температуры. Его необходимо лечить хирургическим путем - с помощью дренирования и удаления гноя.

Другое опасное осложнение - это флегмона молочной железы. Флегмона - это гнойное воспаление, которое быстро распространяется по тканям, не ограничиваясь определенной областью. Она может угрожать жизни, так как инфекция может проникнуть в кровоток и вызвать сепсис. Также мастит может привести к хроническому воспалению молочной железы, которое может продолжаться длительное время и вызывать постоянный дискомфорт. Выделяют разные виды мастита, например: разные виды мастита отличаются по происхождению, течению и, соответственно, методам лечения.

Лактационный мастит - это наиболее распространенный вид, который возникает у лактирующих. Он обычно развивается из-за закупорки протоков молочной железы, что может привести к скоплению молока и развитию инфекции.

Нелактационный мастит - это воспаление молочной железы, которое возникает у не лактирующих коров. Это может быть связано с травмой груди, гормональными изменениями или инфекцией.

Абсцесс молочной железы - это более серьезная форма мастита, при которой в молочной железе образуется гнойник. Он требует дренирования и антибиотикотерапии.

Причины

Патология считается мультифакторной, поскольку чаще всего развивается при сочетании нескольких неблагоприятных условий. Некоторые причины мастита у коров:

Внешние

Травма вымени: Удары, ушибы или другие механические повреждения могут стать причиной воспаления.

Недостаточное опорожнение вымени: Если молоко не откачивается полностью, оно может застаиваться в груди, создавая благоприятную среду для размножения бактерий.

Несоблюдение правил гигиены: Неправильное мытье рук перед кормлением, использование загрязненных инструментов для откачивания молока могут привести к проникновению бактерий в грудь.

Внутренние

Слабый иммунитет: Снижение иммунитета у кормящей женщины может способствовать развитию мастита.

Стресс: Повышенное эмоциональное напряжение может негативно влиять на иммунитет и повышать риск возникновения мастита.

Гормональные изменения: Изменения гормонального фона в период беременности и лактации могут повысить чувствительность молочных желез к инфекциям.

Наличие трещин на соске: Трещины на соске могут стать "воротами" для проникновения бактерий.

Изменения в вымени: уплотнение одной или нескольких долей, покраснение, локальное повышение температуры, болезненность при пальпации, отёк, асимметрия вымени.

Изменения молока: хлопья, сгустки, слизь, водянистая или желтоватая консистенция, нехарактерный запах и неприятный вкус, примеси гноя или крови (при тяжёлых формах), снижение удоя.

Другие симптомы: снижение надоев без видимой причины, отсутствие аппетита, запавшие глаза, снижение подвижности (из-за боли в вымени или просто плохого самочувствия), диарея и признаки обезвоживания.

Субклинический мастит протекает без видимых признаков воспаления, патологию можно обнаружить лишь на лабораторном уровне.

Развитие мастита зависит от его причины, степени воспаления и общего состояния организма. Он может начаться внезапно, с резким появлением симптомов, или развиваться постепенно, с плавным нарастанием проявлений.

Клиническую картину — пробное сдаивание молока и внешний осмотр молочной железы.

Лабораторное исследование секрета молочной железы с помощью быстрых диагностических тестов. Например, калифорнийский маститный тест (КМТ) — проба для быстрой оценки количества соматических клеток в молоке.

Бактериологическое исследование проб молока — позволяет определить наличие возбудителя мастита в стаде.

Молекулярно-биологические методы на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) — помогают выявить патогенную микрофлору в молоке от больных животных и определить её чувствительность к антибактериальным препаратам.

Лечение мастита у молочных коров должно быть комплексным. Оно направлено на подавление жизнедеятельности микрофлоры, повышение факторов общей неспецифической резистентности всего организма и локальных механизмов защиты молочной железы, устранение болезненности и отёчности вымени. Тактика лечения мастита зависит от степени заболевания и объёма поражения. Некоторые методы

Консервативное лечение — при инфекционной форме применяют антибиотики, противовоспалительные средства, иммуномодуляторы, компрессы. Необходимо наладить отток молока.

Хирургическое вмешательство — проводится в случаях позднего обнаружения, когда сформировался абсцесс. Гнойные очаги вскрывают, промывают, проводят их дренирование.

Некоторые методы лечения:

Интрацистернальное введение антимикробных лекарственных средств — препараты в форме растворов, эмульсий или суспензий вводят через сосковый канал подогретыми до 38–40°C в объёме не более 20 мл.

Применение иммунокорректоров — они помогают повысить устойчивость молочной железы к условно-патогенной микрофлоре.

Использование противовоспалительных лекарственных средств — в основном представлены препаратами группы НПВС и глюкокортикоидами.

Профилактика мастита у крупного рогатого скота (КРС) должна быть комплексной и включать меры по созданию благоприятных условий содержания, соблюдение правил доения, соблюдение гигиены и, в некоторых случаях, использование медикаментозных средств.

Обеспечить вентиляцию и комфортную температуру в коровнике, исключив сквозняки.

Исключить риск случайного травмирования: в коровнике оборудуют полы из резиновых рулонных покрытий или ковриков, в стойлах устанавливают мягкую подстилку.

Обеспечить достаточный выгул животных. Выгульный дворик должен иметь твёрдый пол, расположенный под углом для стока вод и экскрементов.

Правильно подбирать рацион стада по составу кормов, питательности и содержанию питательного протеина, витаминов, углеводов. Однотипное высококонцентрированное или сенажное кормление — одна из причин развития заболевания.

Избегать контаминации силоса — загрязнённый силос содержит болезнетворные бактерии, плесень и дрожжи, которые вызывают воспаление. Для хранения рекомендуется использовать кислотный консервант.

Соблюдать гигиену вымени перед доением — это снижает риск заражения патогенными микроорганизмами и нейтрализует риски попадания бактерий в молоко. Вымя обмывают тёплой струёй воды или из ведра, воду из которого меняют для каждой коровы.

Обрабатывать соски антисептическими препаратами — это предотвращает инфицирование. Также антисептическую обработку проводят после доения, когда сосковый канал открыт и наиболее подвержен бактериальному заражению.

Проводить доение согласно графику — в процессе важно соблюдать спокойную, тихую обстановку, минимизировать стресс для КРС.

Машинное доение проводить интенсивно, не передерживая стаканы после прекращения оттока молока.

Недопустимо сдаивать первые струйки молока на пол — секрет от больных коров содержит патогенные микроорганизмы и может стать причиной распространения мастита.

Использовать средства для гигиены вымени — они должны убивать микробов, смягчать вымя, заживлять ранки и снимать раздражение. Средства для обработки сосков вымени выпускаются в форме жидкости или пены для орошения сосков, а также салфеток, гелей и мазей.

Флакировать (обжигать шерсть) вымени — это помогает предотвратить мастит, так как на волосках скапливаются загрязнения, грибки и бактерии.

Регулярно проводить обследования на скрытую форму маститов — например, исследовать молоко из всех четвертей вымени с помощью маститного экспресс-теста.

Изолировать больных животных — коров с маститом следует выделять из общего стада и доить отдельно, чтобы исключить попадание молока больной коровы в основной удой.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.

7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Гончаров Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОФИЛАКТИКА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. В обзорной статье рассматриваются сведения о африканской чуме синей и мерах ее профилактики. Проблема данного заболевания является самой актуальной с момента ее появления. Данная болезнь имеет сильное влияние на сельскохозяйственный комплекс. Статья предназначена для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Ветеринария" и для общего ознакомления.

Ключевые слова: Свиньи, африканская чума, ветеринарно-санитарная обработка, обезвоживание, карантин, инфекции.

Африканская чума свиней (АЧС) — высокозаразная вирусная смертельное заболевание домашних свиней и диких кабанов, которое не поддаётся лечению. Относится к списку А согласно Международной классификации заразных болезней животных. Меры борьбы с ним направлены на предотвращение распространения вируса и ликвидацию очагов инфекции. Опасность для человека — АЧС не представляет угрозы, инфекция не передаётся людям, болеют исключительно животные.

Источник возбудителя — больные животные и вирусоносители. Вирус выделяется из организма заражённых свиней вместе с кровью, мочой, слюной или секретами слизистых оболочек

Здоровые животные заражаются при контакте с больными свиньями или их трупами, а также через корма (особенно через пищевые отходы, содержащие остатки продуктов убоя от заражённых свиней), воду, предметы ухода, транспортные средства, загрязнённые выделениями больных животных

Механическими переносчиками вируса могут быть птицы, люди, домашние и дикие животные, грызуны, накожные паразиты (некоторые виды клещей, зоофильные мухи, вши), бывшие в контакте с больными и павшими свиньями.

Диагноз на африканскую чуму свиней (АЧС) ставят комплексно на основании анализа эпизоотологических данных, результатов клинических, патологоанатомических и лабораторных исследований. Лабораторную диагностику проводят специализированные ветеринарные лаборатории по особо опасным инфекционным болезням животных или научно-исследовательские учреждения, имеющие аккредитацию на работу с возбудителями особо опасных инфекций.

Первые признаки могут появиться через 2–6 дней после попадания вируса в организм. Заболевание протекает в острой форме (длится неделю или немного дольше) или сверхостро (не дольше 3 дней). При сверхостром течении животные зачастую погибают без явных признаков заболевания.

Некоторые симптомы острого течения АЧС:
повышенная температура до 42 °C;
приступообразная рвота;
жажда;
запор (в ряде случаев — понос со следами крови);
кашель;

при передвижении животные шатаются, голову держат опущенной;
заметна одышка;
на животе, шее, вокруг ушей, на бёдрах проступают следы кровоподтёков;
из носа, глаз выделяется гнойная, серозная слизь;
могут быть парализованы задние конечности.

Хроническая форма случается крайне редко. Симптоматика включает жидкий стул, периодическое повышение температуры, стойкую потерю веса, кровоподтёки и сморщенную кожу. Летальный исход, как правило, наступает спустя 2–3 месяца.

Атипичная форма встречается у недавно родившихся поросят, которые приобрели иммунитет от матери и заражены слабовирулентным видом вируса. Однако организм их ослаблен, чаще всего они погибают от вторичных инфекций и осложнений.

При установлении диагноза «африканская чума свиней» на неблагополучный пункт (хозяйство, населённый пункт, район) накладывается карантин. По его условиям в очаге инфекции проводится уничтожение всех свиней, а в радиусе до 20 км от очага всё свинопоголовье, продукция свиноводства, корма подлежат изъятию и уничтожению.

Препаратов для лечения не существует.

Профилактические меры

Соблюдение зоогигиенических норм. Свиньи должны содержаться в закрытых помещениях без доступа других животных, включая диких. Места въездов на территорию хозяйства оснащаются санитарными пропускниками и дезинфекционными барьерами (ковриками).

Контроль кормов. Корма приобретаются только с территорий, благополучных по АЧС. Перед скармливанием они подвергаются термической обработке (проварка в течение 3 часов). Запрещено использовать в корм пищевые отходы, не прошедшие обработку, а также отходы от разделки туш диких животных.

Приобретение свиней. Животных покупают только в специализированных хозяйствах при наличии ветеринарных документов. Свиней не перемещают за пределы региона без сопроводительных документов.

Регулярная дезинфекция. Помещения, оборудование и инвентарь систематически обрабатывают дезинфицирующими средствами. Для дезинфекции используют горячий 3% раствор NaOH или 2% раствор формальдегида.

Ветеринарный надзор. Владельцы обязаны извещать специалистов госветслужбы в течение 24 часов о случаях заболевания, гибели свиней или изменениях в их поведении, указывающих на возможное заболевание. Регулярно проводятся осмотры животных, а также вакцинация против других инфекционных болезней.

Ограничение контактов. Свиньи не должны контактировать с домашними и дикими животными. Запрещено выгульное содержание.

Меры при возникновении вспышки

Карантин. В очаге заболевания и на прилегающей территории вводится карантин. Ограничивается въезд и выезд людей, а также перемещение животных и продукции.

Уничтожение заболевших и контактировавших животных. Всех свиней в эпизоотическом очаге уничтожают бескровным методом. Трупы, навоз, остатки кормов, инвентарь и ветхие постройки сжигают на месте. Несгоревшие остатки зарывают в траншеи на глубину не менее 2 м.

Дезинфекция. Проводится трёхкратная обработка помещений, загонов и других мест, где содержались животные:
первая — сразу после уничтожения животных;
вторая — после механической очистки и удаления деревянных конструкций;
третья — перед снятием карантина. Одновременно с первой дезинфекцией проводят дезинсекцию (уничтожение насекомых), дезакаризацию (уничтожение клещей) и дератизацию (уничтожение грызунов).

Убой в угрожаемых зонах. В первой угрожаемой зоне (5–20 км от очага) всех свиней закупают у населения и направляют на убой на мясокомбинаты или убойные пункты. Мясо перерабатывают на варёные или варёно-копчёные продукты либо консервы.

Контроль и ограничения. Запрещается:
ввоз и вывоз животных всех видов (включая птицу);
заготовка и вывоз продуктов и сырья животного происхождения;
вывоз продукции растениеводства;
проведение ярмарок, выставок и других мероприятий, связанных с передвижением животных. На дорогах устанавливают охранно-карантинные посты с дезбарьерами.

Уничтожение бродячих и диких животных. При необходимости проводится отстрел бродячих животных и диких кабанов в угрожаемых зонах.

После ликвидации вспышки

Карантин снимают через 30 дней после уничтожения всех свиней в очаге и убоя животных в первой угрожаемой зоне, а также проведения всех необходимых мероприятий. Разводить свиней в неблагополучном пункте разрешается не ранее, чем через 40 дней после снятия карантина.

На законодательном уровне устанавливаются: запрет на ввоз свиней и продуктов свиноводства из стран и регионов с очагами АЧС; требования к регионализации (определению статуса регионов по благополучию/неблагополучию по АЧС); правила компартментализации (определения зоосанитарного статуса хозяйств).

Борьба с АЧС требует строгого соблюдения ветеринарных правил и координации действий владельцев животных, хозяйств и государственных органов.

При африканской чуме свиней (АЧС) проводят санитарную обработку помещений в эпизоотическом очаге. Это направлено на уничтожение вируса, который провоцирует заболевание, так как болезнь передаётся от больного животного к здоровому через общий корм, инвентарь для ухода и прочие бытовые вещи. Обеззараживанию подлежат не только помещения по содержанию свиней, но и другие объекты, с которыми могли контактировать животные или обслуживающий персонал.

Перечень мер по борьбе с АЧС закреплён **Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 31 мая 2016 г. №213**. Обеззараживание помещений проводится в три этапа:

Предварительная дезинфекция — сразу после освобождения помещений от свиней.

Текущая дезинфекция — после снятия деревянных полов, перегородок, кормушек и проведения механической очистки.

Заключительная дезинфекция — не позднее чем за 3 календарных дня до планируемой даты отмены карантина.

Средства и методики

Для дезинфекции помещений при АЧС используют **хлорсодержащие** (с содержанием действующего вещества не менее 25%) или другие дезинфицирующие растворы, обладающие высокой вирулицидной активностью в отношении возбудителя. Некоторые разрешённые препараты:

- 4%-ный горячий едкий натр;
- 3%-ная хлорная известь;
- 3%-ный нейтральный гипохлорит кальция;
- 1%-ный глутаровый альдегид;
- 5%-ный однохлористый йод;
- 2%-ные формалин (параформальдегид), хлорамин.

При температуре воздуха ниже 0 °С обрабатываемые поверхности, за исключением поверхностей внутри помещений, увлажняют водой из расчёта 10 дм³/м² и посыпают сухой хлорной известью или гипохлоритом натрия с содержанием не менее 25% активного хлора из расчёта 2 кг/м².

Внутри помещений проводят механическую очистку от навоза, остатков корма и других загрязнений, моют поверхности стен, полов, потолка, окон, дверей водой с температурой не менее 40 °С с добавлением моющих средств. Процесс очистки завершают только после того, как не обнаруживаются следы загрязнения биологического происхождения.

Для дезинфекции внутри помещений в них нагревают воздух до достижения температуры не менее 5 °С на протяжении не менее чем 4 часов до и 6 часов после обработки.

При отсутствии в обрабатываемых местах твёрдого покрытия через 24 часа после обработки слой почвы на глубину не менее 10 см снимают и закапывают в яму поверх зольных остатков уничтоженных трупов свиней или в земляную траншею на глубину не менее 2 м. Дно углубления, образовавшегося после выемки грунта, обрабатывают дезсредствами.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.

5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Гончаров Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОФИЛАКТИКА БЕШЕНСТВА

Аннотация. В обзорной статье рассматриваются сведения о заболевании под названием бешенство. Проблема данные заболевания очень актуальна так как смертность данного заболевания очень высокая так как при проявлении симптомов спасать человека уже бесполезно. Статья предназначена для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Ветеринария" и для общего ознакомления.

Ключевые слова: бешенство, инфекция, инкубационный период, укус, слюна, нервная система.

Бешенство — особо опасное острое неизлечимое вирусное заболевание, которое поражает центральную нервную систему и вызывает тяжёлое воспаление головного мозга (энцефалит). Болезнь всегда приводит к смерти, если не ввести вакцину до появления симптомов.

Вирус бешенства передаётся от домашних и диких животных через укус или после попадания слюны на слизистую оболочку рта, носа, глаз или на повреждённую кожу. Некоторые источники заражения: лисы, волки, енотовидные собаки, шакалы, корсаки и песцы.

Теоретически возможна передача вируса от человека к человеку при укусе или при попадании капель слюны на слизистые оболочки, но подтверждённых случаев заражения таким путём нет.

Симптомы бешенства у человека развиваются стадийно:

1. Инкубационный период — время от момента заражения до появления первых симптомов, обычно составляет от месяца и более (чаще 30–90 дней). Скорость распространения вируса зависит от расположения укуса, его глубины, концентрации вирусных частиц, попавших в рану, и иммунного статуса инфицированного человека.
2. Продромальный период (длится 1–3 дня) характеризуется появлением первых неспецифических симптомов. Возможные признаки: повышение температуры тела до 37–38 °C, головная боль, слабость и быстрая утомляемость, тревожность и раздражительность, апатия, нарушение сна (бессонница), потеря аппетита. В месте укуса могут появляться припухлость, покраснение, зуд, покалывание или тянущая боль.
3. Стадия возбуждения (длится, в среднем, 2–3 дня) наступает, когда вирус достигает структур головного мозга. Характерные признаки: гидрофобия (водобоязнь) — спазм мышц глотки при попытке выпить воды, при виде или звуке льющейся воды, приступы агрессии, зрительные и слуховые галлюцинации, аэрофобия — судороги, спровоцированные дуновением в лицо струи воздуха, фонофобия — судороги провоцируются громким звуком, фотофобия — судороги, спровоцированные ярким светом. Приступы длятся несколько минут, после чего состояние временно стабилизируется.

4. Паралитическая стадия (последние 1–2 дня жизни) характеризуется угасанием жизнедеятельности и развитием тяжёлых нервно-мышечных нарушений. Летальный исход, как правило, наступает от паралича дыхательного или сердечно-сосудистого центров в головном мозге.

В ряде случаев болезнь протекает атипично, с отсутствием или нечёткой выраженностью ряда симптомов (например, без возбуждения, гидро- и аэрофобии, начинаясь сразу с развития параличей).

Точно диагностировать заболевание может только врач. Некоторые методы диагностики:

- Наружный осмотр места укуса — врач определяет характерные особенности ран, глубину прокола тканей зубами животного, оценивает степень ослюнения. Это необходимо, чтобы определить предположительную длительность инкубационного периода.
- Лабораторные исследования — например, определение вирусных антигенов в биоптате кожи затылочной части по методу флуоресцирующих антител, начиная с седьмого дня болезни — определение наличия антител к вирусу, ПЦР-тест спинномозговой жидкости.
- Посмертные исследования — часто при отсутствии выраженных симптомов бешенства у человека и слишком позднем обращении за медицинской помощью приходится выполнять посмертные исследования, чтобы достоверно установить причину гибели.

Лечение

После появления явных симптомов эффективное лечение бешенства становится невозможным. Усилия медиков направлены лишь на уменьшение страданий пациента. Ему назначают противосудорожные и снотворные препараты, помещают в затемнённую палату с хорошей шумоизоляцией, вводят обезболивающие средства и транквилизаторы.

Чтобы предотвратить распространение инфекции, необходима экстренная вакцинопрофилактика. Профилактическая вакцинация рекомендована лицам, имеющим профессиональные риски, например, дрессировщикам, охотникам, ветеринарам.

Меры профилактики бешенства на сельскохозяйственных предприятиях включают законодательные требования, ветеринарные мероприятия, санитарно-гигиенические меры и обучение персонала.

В России меры профилактики бешенства на сельскохозяйственных предприятиях утверждены приказом Минсельхоза России от 25.11.2020 №705 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бешенства». Приказ вступил в силу с 1 марта 2021 года и действует до 1 марта 2027 года.

Некоторые меры профилактики бешенства на сельскохозяйственных предприятиях:

- Вакцинация восприимчивых животных вакцинами против бешенства согласно инструкциям по их применению. Например, вакцинируют животных семейств псовых и кошачьих, за исключением диких восприимчивых животных, находящихся в состоянии естественной свободы.
- Изоляция подозреваемых в заболевании животных и всех восприимчивых животных, находившихся в контакте с подозреваемыми в заболевании бешенством. Также изолируют трупы восприимчивых животных.
- Извещение специалистов госветслужбы о случаях заболевания или гибели восприимчивых животных, а также об изменениях в их поведении, указывающих на возможное заболевание.
- Отбор проб патологического материала при возникновении подозрения на бешенство. Для исследования на бешенство в лабораторию направляют голову восприимчивого животного или труп восприимчивого животного весом до 15 кг включительно целиком.
- Дезинфекция помещений по содержанию восприимчивых животных и других объектов, с которыми контактировали больные животные. Проводится специалистами госветслужбы в три этапа: первый — сразу после изъятия восприимчивых животных с клиническими признаками бешенства, второй — после проведения механической очистки, третий — перед отменой карантина.

Санитарно-гигиенические меры

Некоторые санитарно-гигиенические меры по профилактике бешенства на сельскохозяйственных предприятиях:

- Уничтожение трупов восприимчивых животных в соответствии с ветеринарными правилами перемещения, хранения, переработки и утилизации биологических отходов.
- Дезинфекция шерсти, полученной от клинически здоровых восприимчивых животных, — паром при температуре 110 °C в течение 30 минут.
- Запрет на посещение хозяйств посторонними лицами до получения результатов диагностических исследований на бешенство, кроме персонала, выполняющего производственные операции, и специалистов госветслужбы.

Обучение персонала

Персонал сельскохозяйственных предприятий должен быть ознакомлен с мерами профилактики бешенства, например, с правилами изоляции животных и отбором проб

патологического материала. Также персонал должен знать, что при подозрении на бешенство необходимо немедленно сообщать о этом специалистам госветслужбы.

Некоторые меры профилактики бешенства у животных:

- Своевременная вакцинация собак и кошек. Особое внимание следует уделить животным, которых предполагают вывозить в лес, на дачу или на мероприятия, связанные с массовым участием животных (выставки, выводки, соревнования). Так как иммунитет после вакцинации наступает не сразу, прививки нужно сделать заранее — не позднее, чем за 1 месяц до предполагаемой поездки, и в последующем ежегодно.
- Избегание контактов с дикими и бездомными животными. Например, не брать на руки лисицу или барсука, не гладить, не кормить и не приносить домой.
- Проявление настороженности в случае необычного поведения животного, в том числе домашнего, и сообщение об этом в ветеринарную службу.
- Не следует убивать домашнее животное, покусавшее или оцарапавшее человека: за ним устанавливают 10-дневное наблюдение.
- В зонах стационарного неблагополучия по бешенству диких хищников проводят плановую профилактическую вакцинацию сельскохозяйственных животных (прежде всего — крупного рогатого скота), подвергающихся риску заражения.

Некоторые меры профилактики бешенства у человека:

- При любом укусе или попадании слюны животного на повреждённую кожу или слизистые оболочки нужно немедленно обратиться за медицинской помощью в ближайший травматологический пункт. Дальнейшую тактику с учётом всех обстоятельств произошедшего определит врач.
- Врач проводит постэкспозиционную профилактику (ПЭП) — вакцинацию против бешенства и введение (по показаниям) антирабического иммуноглобулина. Такие меры предотвращают попадание вируса в центральную нервную систему.
- Максимальный курс современной вакциной от бешенства — 6 инъекций, по 1 мл на 1, 3, 7, 14, 30, 90-й день. Детям инъекции делают в мышцу бедра, взрослым — в область плеча. Схема профилактической иммунизации не меняется, даже если человек обратился через несколько месяцев после контакта с животным. Курс может быть укорочен до 3 прививок, если доказано, что укусившее животное не заражено бешенством.
- После прививки важно соблюдать правила: не принимать алкоголь во время вакцинации и в течение полугода после курса, не перегреваться и не переохлаждаться, не злоупотреблять пребыванием под прямыми солнечными лучами, сообщать врачу обо всех принимаемых препаратах.

Важно: вероятность заражения зависит от обстоятельств (например, если бешеное животное укусило человека через одежду, или если укус вызвал сильное кровотечение, вероятность заражения будет меньше). Имеет значение также место укуса: чем ближе к голове, тем риск развития заболевания выше, а инкубационный период — короче.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.

7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Гончаров Н.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ФИННОЗ ЕГО ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

Аннотация. В обзорной статье рассматриваются сведения о заболевании Финноз он же иначе цистицеркоз. Данная тема актуальна тем, что на это заболевание часто проверяется дикий лесной зверь, а также не редко встречается среди сельскохозяйственных животных, но большую угрозу несет то, что им более и человек. Статья предназначена для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Ветеринария" и для общего ознакомления.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, свиньи, человек, финноз, финки, онкосфера, цистицерк.

Финноз (цистицеркоз) — паразитарное заболевание, общее для человека и животных, вызываемое личинками ленточных червей — цестод. Половозрелые особи цестод обитают в кишечнике человека.

Личинки паразита (цистицерки, финны) могут мигрировать в мышцы, печень, лёгкие и даже мозг человека, вызывая серьёзные нарушения в работе организма.

Человек заражается при употреблении в пищу мяса домашних животных (свиньи, крупного рогатого скота) и диких животных (лоси, косули, кабаны и другие), поражённого личиночной формой цестоды. Личинки погибают только при очень высокой температуре (+70–80°C).

Также возможно заражение в результате аутоинвазии: когда яйца гельминта забрасываются при рвоте из кишечника в желудок.

Источником инфекции является больной человек, который выделяет яйца цепня с калом в окружающую среду, загрязняя воду, пищу и поверхности.

Финноз (цистицеркоз) с ветеринарной точки зрения — это паразитарное заболевание животных из группы цестодозов. Возбудители — личинки (финки) цепней семейства Taeniidae.

Чаще всего финноз поражает свиней и крупный рогатый скот, а в природных условиях — оленей, лосей, диких кабанов и зайцев. Реже встречается среди собак и кошек.

У больных животных поражаются мышечные ткани — межрёберные, шейные и жевательные мышцы, язык, сердце. При тяжёлых формах — поражение головного мозга, всех мышц и внутренних органов.

Причины

Животные заражаются в результате заглатывания с кормом и водой зрелых члеников или яиц цепня, выделяемых с фекалиями человека. Вышедшие из яиц в организме промежуточного хозяина зародыши проникают в кровь, а затем в мышцы, печень и другие органы, где превращаются в инвазионных цистицерков.

Распространению заболевания способствуют неблагоустроенные общественные туалеты, бродяжничество животных, пастбища, зелёные корма, выращенные на территории, для удобрения которой применялись необезвреженные бытовые воды или фекалии человека.

Патогенез включает несколько этапов:

Миграция личинок. Онкосферы, проникая в слизистую кишечника и мелкие капилляры, нарушают их целостность. Продукты метаболизма личинок оказывают аллергическое и токсическое влияние на весь организм.

- Сдавление окружающей ткани. Подрастая в мышцах, цистицерки сдавливают окружающую ткань, развивается миозит.
- Воспаление. В местах локализации личинок начинается воспаление, что способствует образованию соединительнотканной капсулы, богатой капиллярами.
- Атрофия и перерождение тканей. При хроническом течении цистицерки могут сдавливать ткани, вызывая их атрофию и перерождение.
- Обызвествление. В дальнейшем личинки адсорбируют соли кальция и другие элементы, постепенно гибнут, и в пузыре жидкость замещается минеральными солями.

Возбудители цистицеркоза у животных — личинки бычьего или свиного цепня. Например

- Цистицерк (Cysticercus bovis) — личиночная стадия бычьего цепня, паразитирующего в тонких кишках человека.
- Цистицерк (Cysticercus cellulosae) — личиночная стадия свиного цепня, паразитирующего в тонком отделе кишечника человека.

Животные (промежуточные хозяева) заражаются при заглатывании с кормом и водой члеников или яиц цепней, которые выделяются во внешнюю среду от окончательного хозяина. Через стенку кишечника онкосферы проникают в кровь, которая разносит их по всему организму, но дальнейшее развитие личинок происходит в мышцах. Там онкосферы превращаются в цистицерки.

При сильном заражении цистицерками у животных могут наблюдаться повышение температуры тела, иногда возбуждение, отказ от корма, нарушение пищеварения, ухудшение работы сердца. В некоторых случаях — отёки, асцит, исхудание, зуд кожи, болезненность брюшных и грудных мышц.

У крупного рогатого скота цистицеркоз протекает практически бессимптомно или имеет смазанную клиническую картину, что затрудняет постановку диагноза. У свиней признаки заболевания проявляются более выражено.

По истечении 1–2 недели с момента заражения симптомы сглаживаются, и животные выглядят клинически здоровыми.

Точный диагноз возможен только после убоя животного при просмотре жевательных мышц, сердца, языка. Для этого их надрезают при ветеринарно-санитарной экспертизе туш.

Лечение больных животных не разработано.

Некоторые меры профилактики финноза:

- Не допускать бродяжничества свиней и крупного рогатого скота по территории хозяйства.
- Оборудовать на животноводческих фермах уборные с глубокими закрытыми ямами, чтобы животные не заражались от человека.
- Работников ферм следует ежегодно направлять на гельминтологическое обследование, при выявлении у них цепней рекомендовать лечение.
- Туши свиней и крупного рогатого скота подлежат обязательному обследованию на финноз. При обнаружении более 3 финок на разрезе площадью 10 см² в местах их обитания (голова, язык, сердце) туши и все субпродукты подвергают утилизации. При меньшей заражённости мясо обезвреживают проваркой при высокой температуре, засолкой или замораживанием.

С ветеринарной точки зрения профилактика финноза (цистицеркоза) у животных включает комплекс мероприятий, направленных на разрыв жизненного цикла возбудителя на всех его этапах. Заражение происходит через корм и воду, загрязнённые яйцами ленточных червей (цестод). Свиньи могут заражаться финнозом только от яиц свиного цепня, а крупный рогатый скот — только от яиц бычьего цепня.

Профилактика включает законодательные меры, санитарно-гигиенические мероприятия, вакцинацию и просветительскую работу.

- Запрет подворного убоя животных. Убой должен проводиться на специально отведённых площадках, убойных пунктах, под наблюдением службы ветеринарно-санитарного надзора.
- Обязательное обследование туш на финноз. Проверяются мышцы ножек диафрагмы, жевательные мышцы, мышцы языка и сердца, а также шейные и поясничные мышцы. При обнаружении более 3 финок на разрезе площадью 10 см² в местах их обитания (голова, язык, сердце) туши и все субпродукты подвергают утилизации. При меньшей заражённости мясо обезвреживают проваркой при высокой температуре, засолкой или замораживанием.
- Маркировка убойного скота — учёт места происхождения животных, убойных пунктов и под чьим контролем произведена заготовка мясных туш.

Санитарно-гигиенические мероприятия

- Обеспечение животноводческих ферм благоустроенными уборными с глубокими закрытыми ямами, чтобы животные не заражались от человека.

- Ограничение доступа на фермы посторонних лиц и транспорта (огораживание и охрана территории).
- Допуск к работе на фермах и заготовке кормов только лиц, прошедших профилактическое обследование и имеющих медицинскую книжку.
- Благоустройство территории и подъездных путей животноводческих ферм, строительство надворных или встроенных туалетов, рукомойников и душевых установок.
- Строительство в каждом хозяйстве площадок для вынужденного убоя скота, оборудованных для разделки и ветеринарного осмотра туш.
- Использование вакцин для профилактики цистицеркоза сельскохозяйственных животных. Например, есть вакцина, основанная на двух видах белка, обнаруженных в онкосферах. Две вакцинации, проведённые с 30-дневным интервалом, дают иммунитет, длящийся несколько месяцев.

Однако перед массовой профилактической вакцинацией препараты предварительно испытывают на небольшой группе животных, при отсутствии в течение двух-трёх суток осложнений подвергают дегельминтизации всё поголовье.

Просветительская работа

- Разъяснение правил личной гигиены и их значения в профилактике гельминтозов, в том числе финноза. Формы работы: лекции, беседы, выступления в местной печати, по радио, телевидению, выпуск брошюр.
- Пропаганда знаний о паразитарных болезнях, передающихся человеку через мясо, и рекомендации по употреблению мясных продуктов, прошедших ветеринарно-санитарную экспертизу. Например, рекомендуется покупать мясные продукты только в магазинах и на рынках, где проводится ветеринарно-санитарная экспертиза

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Лаврентьева Е.О.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ

Аннотация. В данной статье описана диагностика, профилактика и лечение диспепсии у телят, а также особенности анатомии и физиологии молодняка в молочный период, формы и происхождение болезни.

Ключевые слова: диспепсия, иммунитет, профилактика, крупный рогатый скот, лечение.

Диспепсия — результат недостаточного или неполноценного кормления маточного поголовья, особенно в конце беременности, что приводит к рождению молодняка с пониженной резистентностью, ухудшению качества молозива, а также следствие различного рода погрешностей в кормлении и содержании новорождённых. Статья направлена на углубленное изучение проблемы диспепсии у телят, что позволит не только повысить уровень знаний в этой области, но и внести вклад в улучшение практики животноводства, обеспечивая здоровье и продуктивность молодняка.

Диспепсия у телят представляет собой важную и проблему в области животноводства, особенно в контексте молочного скотоводства и разведения молодняка. Это расстройство пищеварения может привести к значительным экономическим потерям, связанным с ухудшением здоровья животных, снижением продуктивности и увеличением затрат на лечение.

Формирование иммунитета у молодняка. Новорожденные телята практически лишены собственных иммуноглобулинов, поэтому защита их обеспечивается за счет неспецифических факторов и колострального иммунитета, который формируется вследствие молозивных иммуноглобулинов, поступивших в желудочно-кишечный тракт при скармливании молозива и абсорбции в кровеносное русло в течение первых 24–36 часов жизни. В первые дни жизни теленок питается молозивом, в котором, содержится почти в 2 раза больше, чем в молоке, сухого вещества и минеральных веществ, до 15% белка, основную часть которого составляют глобулины, преимущественно гамма-глобулины. Иммунные тела, не подвергаясь воздействию пищеварительных соков, проникают в кровь через слизистую оболочку кишечника в неизменном виде и повышают резистентность организма.

Молозиво здоровой коровы содержит различные иммуноглобулины (G, M, A), которые хорошо усваиваются организмом телят и обеспечивают защиту от воздействия условно патогенной и патогенной микрофлоры. Основная функция иммуноглобулинов — это специфическое связывание с чужеродными агентами (антигенами), которое приводит к инактивированию и удалению токсинов, микроорганизмов, паразитов и других агентов из организма.

Иммуноглобулины класса G — составляют около 80% от всех иммуноглобулинов сыворотки крови коровы, они нейтрализуют вирусы, токсины, обладают опсонирующим действием, усиливая фагоцитоз, образуют иммунные комплексы, фиксируют комплемент, участвуют в преципитации.

Иммуноглобулины класса M — первые иммуноглобулины, которые вырабатываются при инфицировании.

Иммуноглобулины класса A — у крупного рогатого скота содержатся в таких секретах, как слёзы, слюна, выделения слизистых секретов трахеи и бронхов, железы пищеварительного тракта.

Когда и сколько молозива дают телятам. Проведенные исследования доказывают, что набор массы, устойчивость теленка к заболеваниям зависит от срока дачи ему молозива. Первый раз он должен выпить молозиво в течение часа после рождения. Не обязательно молозиво матери. Практикуют использование молозива старших коров. Оно содержит большее количество антител к большему количеству возбудителей. Первые 3 дня теленка поят молозивом 4-5 раз в день. Первый прием молозива составляет около 7% от массы тела. Норма в первый день после отела – около 18% от массы тела, затем около 20%.

Формы диспепсии. Различают простую и токсическую формы. При простой аппетит сохранён или несколько уменьшен, температура тела в пределах нормы, общее состояние относительно хорошее. При токсической на фоне профузного поноса отмечают отсутствие аппетита, угнетение вплоть до прострации, понижение температуры тела, ослабление сердечной деятельности. Чаще отмечается в первые 3 дня жизни. Токсическая диспепсия может стать следствием простой. Если признаки заболевания не были замечены вовремя, а лечение запоздало, телёнок гибнет на 3–6 день после возникновения симптомов заболевания, даже при проведении терапевтических процедур.

Также существует классификация диспепсии:

1. Ферментодефицитная диспепсия возникает из-за недоразвития секреторного аппарата пищеварительной системы молодняка.

2. Аутоиммунную отмечают у новорождённых телят, полученных от матерей, в молозиве которых в повышенном количестве содержатся антиферменты, аутоантитела и лимфоциты, сенсибилизированные к антигенам органов пищеварения.

3. Иммунодефицитная диспепсия встречается, когда в молозиве в первые сутки понижается содержание иммуноглобулинов и лейкоцитов и при несвоевременном получении молозива.

4. Алиментарная диспепсия развивается вследствие дачи молозива плохого качества и нарушений режима выпойки телят.

По происхождению различают:

1. Органическую. Встречается у недоразвитых животных (гипотрофиков). Обусловлена воспалительными, дистрофическими и атрофическими изменениями в органах пищеварительной системы.

2. Функциональную. Регистрируют у здоровых животных (нормотрофиков) при нарушении режима выпойки молозива и молока, а также снижении их качества.

Методы диагностики диспепсии у телят включают как клинические, так и лабораторные исследования. Важнейшими признаками диспепсии являются понос, рвота, снижение аппетита и общее угнетение. Однако для установления точного диагноза необходимо провести дополнительные исследования, такие как анализ кала, биохимические анализы крови и, в некоторых случаях, микробиологические исследования.

Для ранней диагностики диспепсии у телят можно использовать установленный факт резкого уменьшения (вплоть до отсутствия) диуреза в первые 1-2 ч после поения их молозивом, а также смещение pH каловых масс (определяют с помощью универсальной индикаторной бумажки) в кислую сторону более чем за сутки до появления клинических признаков диспепсии в случае ее возникновения на третьи и последующие дни после рождения теленка. Правильная диагностика является ключевым этапом в успешном лечении и предотвращении рецидивов заболевания.

Лечение диспепсии у телят должно быть комплексным и индивидуальным. Важным аспектом является также коррекция рациона и обеспечение телят достаточным количеством воды. В случае тяжелых форм диспепсии может потребоваться интенсивная терапия. Следует отметить, что лечение должно проводиться под строгим контролем ветеринарного врача, чтобы избежать осложнений и ускорить процесс выздоровления.

При появлении первых признаков диспепсии уменьшают количество выпаиваемого молозива или полностью прекращают его выдачу в одно кормление, заменив молозиво или молоко физиологическим раствором или раствором, содержащим поваренную соль, хлорид калия, глюкозу и предотвращающим дегидратацию организма. В последующем увеличивают постепенно количество выпаиваемого молозива или молока до нормы.

Для улучшения пищеварения дают натуральный или искусственный желудочный сок, пепсин. Для предотвращения развития в желудочно-кишечном тракте гнилостной и токсигенной микрофлоры, а также дисбактериоза применяют антибактериальные средства (антибиотики, сульфаниламидные препараты). При массовых желудочно-кишечных болезнях телят с симптомокомплексом токсической диспепсии, положительный эффект даёт смена мест проведения отёлов и профилакториев. В этих случаях до окончательного установления ведущего этиологического фактора целесообразно проводить общие мероприятия, как при инфекционных болезнях.

Профилактика включает правильное кормление и содержание новорождённого молодняка и маточного поголовья, особенно в сухостойный период и в первые дни после отёла.

1. Соблюдают сроки запуска беременных коров;
2. Профилактируют маститы;
3. Производят первое кормление молозивом в течение первого часа жизни новорождённого;
4. Выпаивают молозиво при температуре 36°, 3—4 раза в сутки. В местах проведения отёлов и в помещениях для новорождённых соблюдают санитарно-гигиенический режим.
5. Соблюдение комплекса ветеринарно-санитарных и зоогигиенических требований по содержанию и кормлению стельных коров и молодняка.

Положительный эффект даёт перевод сухостойных коров в отдельный цех с:

1. Соответствующими условиями кормления и содержания, активным моционом;
2. Проведение отёлов в боксах и содержание новорождённых в первые сутки на подсосе вместе с коровой;
3. Систематическая дезинфекция родильных боксов, отделений и сменных профилакториев, использование их по принципу: “пусто — занято”.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

УДК 636.033

Лаврентьева Е.О.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ

Аннотация. В данной статье описано лечение диспепсии телят.
Ключевые слова: диспепсия, крупный рогатый скот, лечение.

Введение. Диспепсия у телят представляет собой важную и проблему в области животноводства, особенно в контексте молочного скотоводства и разведения молодняка. Это расстройство пищеварения может привести к значительным экономическим потерям, связанным с ухудшением здоровья животных, снижением продуктивности и увеличением затрат на лечение. В условиях современного животноводства, где здоровье и продуктивность животных являются ключевыми факторами успеха, понимание причин, симптомов и методов лечения диспепсии становится особенно важным.

Перед началом лечения было взято 8 телят с предположительным диагнозом диспепсия. Разделив их на 2 группы по 4 телёнка в каждой, проводилось лечение по схеме №1, №2. Во время общего клинического исследования учитывалось изменение в поведении животных, частоту сердечных сокращений, температуру, количество дыхательных движений. Важное значение уделялось сбору анамнеза заболевания, условий содержания, кормления, обеспеченности рациона необходимыми питательными веществами и энергией.

Таблица 1 - Схема лечения №1

Препарат	**День лечения, доза (мл)**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Гентафлокс Внутримышечно	4	4	4	4	4	-	-
Элеовит Внутримышечно	-	-	3	-	-	-	-
Бутастим Подкожно	-	-	-	-	-	3	-
Раствор Рингера-Локка Внутривенно	-	-	-	-	-	-	-
Зинаприм Внутрь с водой	-	5	5	5	5	-	-

Таблица 2 - Схема лечения №2

Препарат	**День лечения, доза (мл)**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Гентафлокс Внутримышечно	4	4	4	4	-	-	-
Элеовит Внутримышечно	-	-	3	-	-	-	-
Бутастим Подкожно	3	3	-	3	-	-	-
Раствор Рингера-Локка Внутривенно	-	-	200	-	-	-	-
Зинаприм Внутрь с водой	5	5	5	-	-	-	-

Целью лечения телят по разным схемам становилось определение наиболее эффективного, и менее трудоёмкого способа лечения в этих таблицах показаны схемы лечения.

По мере проведения опыта отмечался характер изменения общего состояния животных. У группы телят, лечившихся по второй схеме, отмечалось улучшение общего состояния, появился сформированный кал, начал появляться аппетит, урчание в области живота не наблюдалось, в среднем на 2 день лечения. По ходу опыта ежедневно отмечалось время, потраченное на проведение манипуляций, также я учитывалось время, потраченное на подготовку к проведению лечения.

Результат лечения и исход. У первой группы животных, получивших курс лечения по первой схеме, положительная динамика в течении заболевания стала проявляться на 3 день лечения, полное выздоровление отмечалось в среднем на 5-6 день от начала лечения. У животных, которые лечились по второй схеме, с применением гентафлокса, бутастима, элеовита, зинаприма и раствора Рингера-Локка полное выздоровление наступило на 4 день.

Процесс выздоровления животных отмечалось клиническим путем. У животных замечено улучшение общего состояния, что характеризовалось отсутствием диареи, появлением аппетита, отсутствием урчания в животе.

Вывод. По результатам проведения опыта выяснилось, что применение схемы №2 наиболее эффективно. После выздоровления групп животных и подведения итогов проведенной работы выяснили, что на проведение лечения группы телят по схеме № 2 требуется больше времени, но эта схема наиболее эффективна. Такие результаты были получены благодаря тому, что препараты гентафлокс, бутастим и зинаприм дополняют друг друга, что активно влияет на патогенную микрофлору кишечника.

Научный руководитель - Смоленцев С.Ю., д-р биол. наук, проф.

Список литературы

1. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Потапова А.В., Каримова А.З. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(1).-С.50-55.
2. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки Spirullina platensis // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.117–123.
3. Крысенко Ю.Г., Иванов И.С., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя кроликов при введении в рацион кормовой добавки «Рендокс» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.135–142.
4. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., Сергеенко Г.Г. Оценка качества продуктов убоя свиней при использовании в рационе препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(2).-С.149–156.
5. Суфьянова Л.М., Смоленцев С.Ю., Кабанова Т.В. Анализ применения фитобиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.390-399.
6. Папуниди Э.К., Якупова Л.Ф., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса кроликов при использовании и их рационе препарата «Продевит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.367-374.
7. Стрельникова И.И., Смоленцев С.Ю., Царегородцева Е.В. Органолептическая оценка мяса перепелов при использовании в рационе цельнозерновой муки амаранта // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.382-389.
8. Якупова Л.Ф., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2021.-№7(4).-С.400-407.
9. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Савдур С.Н., Гайнетдинова А.Н. Экспертиза качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата кальция // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(1).-С.39–47.
10. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы при использовании диарина М3 // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(2).-С.154–161.
11. Позов С.А., Порублев В.А., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Естественная резистентность и развитие телят в зависимости от особенностей эмбрионального периода // Ветеринарный врач.-2020.-№3.-С.51–55.
12. Грачева О.А., Медетханов Ф.А., Галимзянов И.Г., Мухутдинова Д.М., Смоленцев С.Ю. Обоснование разработки нового метаболического средства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».-2020.-№6(3).-С.280–286.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 621.385.6:637.5

Воронов Е.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ИНТЕГРАЦИЯ РЕЗОНАТОРНЫХ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЛИЗИСТЫХ СУБПРОДУКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. СВЧ-обработка слизистых субпродуктов сопровождается интенсивным влаговыделением и формированием пористой структуры, изменяющей диэлектрические свойства системы «твёрдая фаза – пар – жидкость», что оказывает двоякое влияние на энергетический режим и компенсируется в адаптивных резонаторных системах перераспределением напряжённости электрического поля. Обеспечение требуемых ветеринарно-санитарных параметров (85–95 °C с выдержкой 3–5 минут) достигается при меньших энергозатратах и продолжительности процесса по сравнению с традиционными методами, что создаёт технологические предпосылки для эффективной переработки сырья в кормовую муку, гидролизаты и другие продукты в условиях непрерывных, автоматизированных линий.

Ключевые слова: СВЧ-обработка, резонаторные установки, замедляющие системы, вторичное мясное сырьё, слизистые субпродукты, диэлектрическая проницаемость, объёмный нагрев, энергоэффективность, электродинамическая устойчивость, самоадаптация резонатора, влаговыделение, микробиологическая инактивация, озонирование, непрерывный технологический процесс, агропромышленный комплекс.

Переработка вторичного мясного и растительного сырья в современных условиях неразрывно связана с его электрификацией, что обеспечивает переход от разрозненных тепловых операций к интегрированным электрофизическим технологиям, реализуемым в поточных линиях. Разработка микроволновых устройств с тороидальными и иными типами резонаторов позволила создать основу для механизированных комплексов, сочетающих измельчение, перемешивание и термообработку в едином рабочем объёме [1,15,24]. Конструкции центробежных и барабанных СВЧ-установок обеспечивают совмещение механического воздействия и диэлектрического нагрева жиросодержащего сырья, повышая интенсивность тепло- и массообмена [2,6,7, 13], а специализированные решения для плавления и вытопки жира формируют замкнутые технологические модули с электромагнитным энергоподводом [4,5,25]. Развитие многорезонаторных схем и нестандартных рабочих камер расширяет возможности переработки жирового сырья в непрерывном режиме [18,26,34], что согласуется с принципами построения поточных линий термообработки и гранулирования отходов [17,31,32]. Механизация операций обеззараживания и подготовки зернового и сыпучего сырья на основе СВЧ-энергии демонстрирует универсальность электрифицированных решений для различных видов аграрной продукции [3,8,10], включая непрерывные установки радиоволнового типа [16,21,28] и специализированные комплексы для комбикормов и зерна [29,35]. Аналогичные подходы реализованы при термообработке сырья в оболочке и при создании установок с движущимися источниками СВЧ-энергии, обеспечивающих равномерность нагрева в потоке [9,30,32]. Электрификация распространяется и на процессы переработки животноводческой продукции и отходов — от термообработки крови и непищевых отходов до комплексных радиоволновых технологий [11,12,23,33], а также на специализированные процессы размораживания и разогрева биологического сырья [19,27] и переработки воска [20]. Даже разработки в области электрофизических методов воздействия на сельскохозяйственные объекты, включая предпосадочную обработку клубней и физиопрофилактические устройства, подтверждают тенденцию к расширению сферы применения электротехнологий в агропромышленном комплексе [14,22]. Таким образом, накопленный опыт разработки и внедрения электрофизических установок для различных направлений переработки сельскохозяйственного сырья свидетельствует о формировании единой научно-технической платформы, в основе которой лежит управляемый подвод электромагнитной энергии к обрабатываемому материалу. Расширение области применения СВЧ-технологий от зерна и воска до биологических отходов и продукции животноводства закономерно приводит к необходимости углублённого анализа электродинамических процессов в рабочих камерах установок, особенно при обработке влажных и структурно неоднородных сред. В этой связи особый

интерес представляет исследование закономерностей функционирования резонаторных СВЧ-систем с замедляющими элементами, предназначенных для переработки вторичного мясного сырья, как одного из наиболее сложных по своим электрофизическим и теплофизическим характеристикам объектов воздействия.

Закономерности функционирования резонаторных СВЧ-установок с замедляющими системами в электротехнологиях агропромышленного комплекса формируются на пересечении электродинамики, теплофизики влажных биологических сред и технологических требований к переработке вторичного мясного сырья. В условиях современной переработки слизистых субпродуктов жвачных животных особую актуальность приобретает создание энергоэффективных систем, способных обеспечивать устойчивый и управляемый объёмный нагрев при высокой природной неоднородности исходного сырья. В отличие от традиционных тепловых методов, основанных на передаче тепла от поверхности к центру, сверхвысокочастотное электромагнитное воздействие реализует механизм внутреннего тепловыделения, обусловленного токами поляризации в диэлектрической среде. Однако практическая реализация этого преимущества возможна лишь при обеспечении стабильного электродинамического режима в резонаторной камере.

Влажные биологические материалы, к которым относятся рубец, сетка, книжка и сычуг крупного рогатого скота, характеризуются высокой массовой долей влаги, значительными значениями действительной и мнимой частей комплексной диэлектрической проницаемости и выраженной зависимостью этих параметров от температуры и степени дегидратации. В процессе СВЧ-обработки одновременно протекают нагрев, испарение влаги, структурные преобразования белково-жировой матрицы и фазовые переходы липидной фазы. Каждое из этих явлений приводит к изменению диэлектрических потерь и, следовательно, к перераспределению удельной поглощённой мощности в объёме продукта. Если резонаторная система не способна компенсировать такие изменения, возникают локальные перегревы, смещение резонансных условий и снижение коэффициента использования подводимой мощности. Таким образом, ключевой задачей является обеспечение устойчивости энергетического режима при изменяющихся параметрах нагрузки.

Экспериментальные исследования показали, что при одинаковой подводимой удельной мощности динамика нагрева различных камер желудка существенно различается. Например, при массовой удельной мощности порядка 4 Вт/г скорость нагрева сычуга достигает 0,18–0,19 °C/c, тогда как для книжки она на 15–20 % ниже. Эти различия обусловлены морфологической структурой тканей и различной начальной влажностью. Тем не менее в адаптированных резонаторных системах энергетический режим сохраняет устойчивость без изменения внешних параметров генератора, что свидетельствует о наличии механизма самоадаптации. Суть этого механизма заключается в перераспределении напряжённости электрического поля в ответ на изменение мнимой части диэлектрической проницаемости. При снижении диэлектрических потерь вследствие дегидратации происходит локальное увеличение напряжённости поля, компенсирующее падение коэффициента поглощения, благодаря чему массовая удельная поглощённая мощность остаётся в пределах технологически допустимого диапазона. Такой характер энерговвода можно рассматривать как проявление внутренней отрицательной обратной связи в системе «резонатор – нагрузка». Особое значение в формировании устойчивого режима имеет конфигурация рабочей камеры. Коаксиальные резонаторы, в которых доминирует продольная составляющая электрического поля, демонстрируют более равномерное распределение плотности СВЧ-энергии по объёму дисперсной загрузки по сравнению с полостными структурами простой геометрии. Введение замедляющих систем, выполненных в виде спиральных или винтовых элементов, приводит к снижению фазовой скорости электромагнитной волны и увеличению эффективного времени её взаимодействия с биологической нагрузкой. При коэффициенте замедления порядка 1,8–2,1 достигается оптимальное соотношение между концентрацией энергии и устойчивостью модовой структуры. Более высокие значения коэффициента замедления сопровождаются ростом чувствительности резонатора к изменению диэлектрических параметров и увеличением температурной дисперсии.

Замедляющая система выполняет не только функцию увеличения плотности электромагнитной энергии, но и роль пространственного модулятора поля. Периодическая геометрия витков формирует цепочку связанных объёмов с квазирезонансным характером распределения колебаний. Это приводит к сглаживанию экстремальных значений напряжённости и снижению вероятности образования «горячих точек». Экспериментально установлено, что применение спиральных неферромагнитных элементов позволяет уменьшить среднеквадратическое отклонение температуры в рабочем объёме в 1,6–1,9 раза по сравнению с резонаторами простой конфигурации при одинаковой мощности генератора. Максимальный перепад температур при этом снижается до 7–9 °C, что существенно повышает воспроизводимость технологического результата. Наряду с геометрией резонатора важную роль играет его собственная добротность. Повышение добротности способствует накоплению электромагнитной энергии и стабилизации рабочей частоты, однако чрезмерное увеличение Q-фактора может привести к росту отражённой мощности при изменении параметров загрузки. В исследованных конструкциях оптимальное сочетание объёма рабочей

камеры и площади её поверхности позволило обеспечить добротность порядка (7–10)·10⁴, что оказалось достаточным для формирования устойчивого режима при переменной влажности сырья.

Управляемость процесса определяется возможностью независимого регулирования основных факторов воздействия – удельной СВЧ-мощности, времени пребывания сырья в зоне обработки и интенсивности дополнительных электрофизических факторов. В ряде конструкций реализовано совмещение СВЧ-нагрева с ультрафиолетовым облучением и озонированием. Газоразрядные лампы, питаемые импульсно-модулированным напряжением, формируют коронный разряд и генерируют озон непосредственно в рабочем объёме. Комбинированное воздействие тепловых и атермических факторов позволяет повысить степень микробиологической инактивации без увеличения температурной нагрузки. Коэффициент синергетического воздействия в оптимизированных установках превышает единицу, что указывает на усиление общего эффекта по сравнению с суммой отдельных факторов. Анализ энергетической эффективности показал, что удельные затраты на переработку влажных субпродуктов при использовании коаксиальных резонаторов с замедляющими системами составляют 0,16–0,19 кВт·ч/кг при достижении температуры 85–95 °C. Это на 20–30 % ниже по сравнению с аналогичными установками без замедляющих элементов. Снижение затрат обусловлено увеличением коэффициента использования мощности и уменьшением тепловых потерь вследствие более равномерного нагрева.

Многокритериальная оценка четырёх вариантов конструкций, различающихся типом замедляющей системы и конфигурацией резонатора, показала, что минимальное интегральное отклонение от оптимального сочетания параметров демонстрирует установка со спиральной неферромагнитной системой. Она характеризуется наилучшей сбалансированностью коэффициента замедления, равномерности поля, добротности, производительности и удельных энергетических затрат. Конструкции с двойной винтовой системой обеспечивают более высокую локальную напряжённость поля, однако уступают по устойчивости модовой структуры и равномерности температурного распределения. Дополнительно к изложенным положениям следует отметить, что технологическая эффективность резонаторных СВЧ-установок в значительной степени определяется не только их электродинамическими характеристиками, но и степенью интеграции в общую схему переработки вторичного мясного сырья. Слизистые субпродукты жвачных животных представляют собой сложные по морфологии и химическому составу биологические объекты, включающие соединительнотканные образования, гладкомышечные волокна, остаточные кормовые включения и микробную контаминацию различной степени выраженности. Их промышленная переработка традиционно включает операции промывки, механической очистки, измельчения, тепловой обработки и обеззараживания. Внедрение СВЧ-нагрева позволяет трансформировать данную последовательность операций за счёт совмещения стадий термообработки и санитарной дезинфекции в едином технологическом цикле.

На этапе предварительной подготовки сырья важным является обеспечение однородности гранулометрического состава и выравнивание начальной влажности. Практика показывает, что дисперсность измельчения в диапазоне 5–15 мм обеспечивает оптимальное соотношение между глубиной проникновения электромагнитного поля и равномерностью прогрева. Более крупные фрагменты характеризуются выраженным градиентом температуры между центральной и периферийной зонами, тогда как чрезмерное измельчение приводит к уплотнению загрузки и ухудшению условий отвода паров влаги. Поэтому при проектировании линии переработки целесообразно предусматривать регулируемые режущие механизмы и системы дозирования, обеспечивающие стабильную массовую подачу продукта в резонаторную камеру. СВЧ-обработка слизистых субпродуктов сопровождается интенсивным влаговыделением. Испаряющаяся влага формирует внутри объёма пористую структуру, изменяющую эффективную диэлектрическую проницаемость смеси «твёрдая фаза – пар – жидкость». Данный процесс оказывает двоякое влияние на энергетический режим. С одной стороны, уменьшение массовой доли влаги снижает диэлектрические потери и потенциально может приводить к уменьшению удельной поглощённой мощности. С другой стороны, образование паровых включений способствует разрыхлению структуры и повышению проницаемости для электромагнитного поля, что частично компенсирует снижение коэффициента потерь. В адаптивных резонаторных системах указанные эффекты взаимно уравновешиваются за счёт перераспределения напряжённости поля, обеспечивая плавный характер температурной кривой без скачкообразных перегревов.

Особое значение имеет контроль конечной температуры и времени выдержки при заданном уровне нагрева. Для обеспечения ветеринарно-санитарных требований необходимо достижение температур 85–95 °C с выдержкой не менее 3–5 минут в зависимости от исходной микробной обсеменённости. В условиях СВЧ-нагрева данный режим достигается быстрее по сравнению с конвективными или паровыми методами, поскольку тепловыделение происходит во всём объёме продукта одновременно. При этом отсутствует стадия длительного прогрева поверхностных слоёв, что уменьшает суммарные энергетические затраты и предотвращает избыточную денатурацию белков. С технологической точки зрения переработка слизистых субпродуктов может быть

ориентирована на несколько направлений: получение кормовой муки, производство белковых гидролизатов, выделение коллагенсодержащих компонентов, а также подготовка полуфабрикатов для дальнейшей глубокой переработки. В каждом из этих случаев требования к режимам СВЧ-обработки различаются. Например, при производстве кормовой муки основной задачей является быстрое обеззараживание и частичное обезвоживание сырья перед сушкой. Здесь предпочтителен режим интенсивного нагрева с последующим механическим отжимом влаги. При получении белковых гидролизатов, напротив, важно сохранить функциональные свойства белковых фракций, поэтому температура и скорость нагрева должны быть ограничены для предотвращения чрезмерной коагуляции. Интеграция резонаторных СВЧ-установок в линию переработки позволяет реализовать непрерывный режим работы. Конструктивно это достигается за счёт применения транспортирующих шнеков или диэлектрических лент, проходящих через рабочую зону резонатора. В этом случае время пребывания продукта в зоне воздействия определяется скоростью транспортирования и длиной активной части камеры. Непрерывный режим обеспечивает более высокую производительность и упрощает автоматизацию контроля параметров. Кроме того, он способствует выравниванию тепловой истории отдельных порций сырья, что повышает однородность конечного продукта.

Важным аспектом переработки является снижение запаховой нагрузки и обезвреживание летучих соединений, образующихся при нагреве. Совмещение СВЧ-нагрева с озонированием позволяет окислять серосодержащие и азотсодержащие компоненты, уменьшая интенсивность специфического запаха. Одновременно озон оказывает бактерицидное действие, что дополнительно снижает микробную обсеменённость. В технологическом плане это позволяет сократить объём последующей санитарной обработки и уменьшить нагрузку на системы вентиляции и очистки воздуха. С точки зрения структурно-механических свойств продукта СВЧ-обработка способствует частичному разрушению соединительнотканных волокон и размягчению тканей. Это облегчает дальнейшее прессование или экструзию, если переработка направлена на получение гранулированных кормов. Одновременно происходит денатурация белков, сопровождающаяся повышением их перевариваемости при использовании в кормовых целях. Таким образом, электромагнитное воздействие выполняет не только функцию тепловой обработки, но и структурной модификации сырья. Экономическая эффективность внедрения резонаторных СВЧ-установок определяется сокращением продолжительности технологического цикла, снижением удельных энергозатрат и уменьшением потерь питательных веществ. В сравнении с традиционными варочными котлами и паровыми стерилизаторами достигается снижение времени обработки в 2–3 раза. При этом уменьшается расход воды и пара, что особенно важно для предприятий, функционирующих в условиях ограниченных энергетических ресурсов. Дополнительным преимуществом является компактность оборудования и возможность его модульной компоновки.

С экологической точки зрения применение СВЧ-технологий способствует уменьшению объёма сточных вод, так как исключается необходимость многократной промывки и охлаждения после варки. Кроме того, более точный контроль температуры предотвращает избыточное термическое разрушение органических веществ, что снижает биохимическую потребность в кислороде в сточных водах. Это упрощает последующую очистку и уменьшает нагрузку на локальные очистные сооружения. Рассматривая закономерности функционирования резонаторных установок в контексте переработки вторичного мясного сырья, следует подчеркнуть роль систем автоматического контроля. Использование датчиков температуры, влажности и отражённой мощности позволяет в реальном времени оценивать состояние нагрузки и корректировать режим работы генератора. В перспективе возможно применение алгоритмов адаптивного управления, основанных на анализе изменения коэффициента стоячей волны и динамики нагрева. Это позволит ещё более повысить устойчивость режима и минимизировать влияние случайных колебаний состава сырья. Расширенное рассмотрение процессов переработки слизистых субпродуктов в резонаторных СВЧ-установках подтверждает, что их эффективность обусловлена комплексным взаимодействием электродинамических, теплофизических и технологических факторов. Замедляющие системы обеспечивают не только формирование требуемой структуры поля, но и создают условия для стабильного энерговвода при изменяющихся параметрах влажного биологического материала. В сочетании с рациональной организацией подготовительных и последующих операций это позволяет формировать ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии переработки вторичного мясного сырья, отвечающие современным требованиям агропромышленного комплекса.

Следовательно, закономерности функционирования резонаторных СВЧ-установок при переработке влажных биологических нагрузок определяются взаимодействием трёх взаимосвязанных факторов: электродинамической структуры поля, изменяющихся диэлектрических свойств продукта и геометрии замедляющей системы. Устойчивость энергетического режима достигается не за счёт жёсткой стабилизации внешних параметров генератора, а благодаря внутреннему перераспределению электромагнитной энергии в резонаторе. Замедляющие системы выступают в роли конструктивного механизма самоадаптации, обеспечивая компенсацию изменений диэлектрических потерь и поддержание равномерного объёмного нагрева. Реализация данных

принципов позволяет перейти от эмпирического подбора режимов к научно обоснованному проектированию СВЧ-установок, ориентированных на повышение энергоэффективности, технологической надёжности и санитарной безопасности процессов переработки вторичного мясного сырья в условиях агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Development of microwave devices with toroidal resonators for treatment of raw materials / M. V. Belova, O. V. Mihajlova, G. V. Novikova [et al.] // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – Vol. 7, No. Special Issue. – P. 1215-1223. – EDN NJWFSB.
2. Патент № 2581224 C1 Российская Федерация, МПК A22C 17/00, C11B 1/12. Центробежная установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014150840/13 : заявл. 15.12.2014 : опубл. 20.04.2016 / О. В. Михайлова, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]. – EDN MAHUXQ.
3. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.]. – EDN IKARHS.
4. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
5. Патент № 2591126 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Установка для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015116255/13 : заявл. 28.04.2015 : опубл. 10.07.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования "Академия технологии и управления". – EDN ZEVRYL.
6. Патент № 2489068 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Свч-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна : № 2012100432/13 : заявл. 10.01.2012 : опубл. 10.08.2013 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN GBZQME.
7. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1 (79). – С. 129-130. – EDN TKSCFF.
8. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
9. Патент № 2592861 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64. сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке : № 2015119313/07 : заявл. 21.05.2015 : опубл. 27.07.2016 / М. В. Белова, А. А. Белов, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования "Академия технологии и управления". – EDN ZEWEUX.
10. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7-9. – EDN UXPZCT.
11. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
12. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
13. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
14. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38-40. – EDN KVBMTV.
15. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВО НГСХА). – EDN HAXMCU.
16. Патент № 2586160 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов : № 2014147516/13 : заявл. 25.11.2014 : опубл. 10.06.2016 / А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, А. А. Белов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN ZESFQT.
17. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
18. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). –

С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
19. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020131230 : заявл. 22.09.2020 : опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN YZUWWW.
20. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16-28. – EDN TYJBAI.
21. Патент № 2641705 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме : № 2016148587 : заявл. 09.12.2016 : опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "НГИЭИ-ЭНЕРГО" (ООО "НГИЭИ-ЭНЕРГО"). – EDN LFQEUF.
22. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89-93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
23. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198-202. – EDN XYKUTJ.
24. Электродинамический анализ резонаторов, используемых в сверхвысокочастотных установках / Б. Г. Зиганшин, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 477-479. – EDN UDDZNF.
25. Установка для переработки жиросодержащего сырья с СВЧ-энергоподводом / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, М. В. Белова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1(45). – С. 54-56. – EDN RWUVPJ.
26. Многорезонаторная установка для плавления жира / А. Г. Самоделкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 492-493. – EDN UDDZPN.
27. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN XLVLCF.
28. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
29. Патент № 2535146 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. СВЧ установка для обеззараживания комбикормов : № 2013121131/13 : заявл. 07.05.2013 : опубл. 10.12.2014 / Г. Л. Долгов, Т. В. Шаронова, Г. В. Новикова, М. В. Белова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Чувашская государственния сельскохозяйственная академия". – EDN PTHRMA.
30. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 7(74). – С. 44-54. – EDN ZBJYCX.
31. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / М. В. Белова, Г. А. Александрова, Д. В. Поручиков, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 2(78). – С. 12-15. – EDN QBJPIZ.
32. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
33. Белова, М. В. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М. В. Белова, Б. Г. Зиганшин, Н. Т. Уездный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8, № 3(29). – С. 53-56. – EDN REJNHJ.
34. Установка для вытопки жира / Г. В. Новикова, И. М. Селиванов, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 485-486. – EDN UDDZOJ.
35. Установка для термообработки зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А. А. Белов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1(79). – С. 119-120. – EDN TKSCDH.

УДК 621.385.6:637.5

Воронов Е.В., Кучин Н.Н.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГОВЯЖЬИХ ЖЕЛУДКОВ В УСЛОВИЯХ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены технологические и конструктивные решения по переработке говяжьих желудков на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности с интеграцией электрофизических методов нагрева в непрерывные производственные линии. Проанализированы принципы построения оборудования и предложены направления оптимизации режимов СВЧ-термообработки, направленные на повышение производительности, санитарной безопасности и экономической эффективности использования слизистых субпродуктов.

Ключевые слова: говяжьи желудки; слизистые субпродукты; вторичное мясное сырье; СВЧ-термообработка; электрофизические методы нагрева; непрерывная технологическая линия; коаксиальный резонатор; шнековый транспортер; санитарная безопасность; обеззараживание; энергетическая эффективность; утилизация отходов; комбикормовое производство; агропромышленный комплекс.

Развитие технологического обеспечения переработки говяжьих желудков на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности является одной из актуальных задач агропромышленного комплекса Российской Федерации. Увеличение объемов убоя крупного рогатого скота сопровождается ростом образования слизистых субпродуктов второй категории – рубца, сетки, книжки и сычуга, которые при недостаточной степени технологической оснащенности производств либо используются ограниченно, либо направляются на утилизацию. Между тем данные виды сырья представляют собой значительный резерв животного белка и могут использоваться в кормовой промышленности, а при соответствующей санитарной обработке – в производстве отдельных пищевых и биотехнологических продуктов. Следовательно, совершенствование механизации процессов их переработки имеет не только технологическое, но и экономическое значение.

В современных условиях переработка вторичного мясного и растительного сырья всё в большей степени базируется на применении электротехнологий, что позволяет заменить разобщённые тепловые процессы комплексными электрофизическими методами обработки, интегрированными в непрерывные производственные линии. Опираясь на широкий массив теоретических и прикладных исследований в области микроволновой техники и электромагнитного нагрева в агропромышленном комплексе, нами была сформирована научная база для разработки механизированной линии переработки говяжьих желудков в непрерывном режиме [1–3]. При выборе конструктивной схемы СВЧ-модулей учитывались патентные разработки непрерывно-поточных установок с различными типами резонаторов, обеспечивающих устойчивый режим работы оборудования [4–6]. Существенное значение имели исследования, посвящённые проектированию рабочих камер СВЧ-установок и обеспечению электромагнитной безопасности при переработке сырья [7, 8, 9].

Методологические подходы к формированию непрерывного режима термообработки были уточнены на основе работ по созданию специализированных микроволновых установок для размораживания и разогрева биологического сырья [10–12]. При разработке компоновки технологической линии учитывались решения, реализованные в двухмодульных и коаксиально ориентированных СВЧ-системах, показавших высокую энергетическую эффективность [13–15]. Анализ конструктивных особенностей нетрадиционных резонаторных систем позволил определить рациональные параметры рабочей камеры и режимы перемещения сырья [16–18].

В части обоснования электродинамических параметров оборудования и оценки добротности резонаторов использованы результаты исследований по СВЧ-установкам для вытопки воска и переработки жиросодержащего сырья [19–21]. Разработка структурно-технологических параметров непрерывных установок проводилась с учетом экспериментальных данных по созданию оборудования с СВЧ-энергоподводом для переработки аграрного сырья различного назначения [22–24]. Исследование динамики нагрева и распределения температурных полей в диэлектрических материалах позволило уточнить режимы обработки слизистых субпродуктов [25–27].

При проектировании узлов транспортирования и механического воздействия учитывались современные решения по созданию радиогерметичных плавителей и микроволновых агрегатов для термообработки животного сырья [28–30]. Разработка коаксиальных систем энергоподвода и непрерывных резонаторных камер опиралась на исследования в области СВЧ-термообработки мясного сырья и извлечения жира из костного материала [31–33]. Формирование операционно-

технологической схемы линии переработки говяжьих желудков осуществлялось с учетом ранее разработанных схем переработки мягких непищевых отходов и технологий диэлектрического нагрева жиросодержащего сырья [34, 35].

Говяжий желудок представляет собой многокамерную систему, включающую рубец, сетку, книжку и сычуг, отличающиеся морфологическим строением, толщиной стенок, структурой слизистой оболочки и степенью загрязненности после убоя. Рубец характеризуется значительным объемом, развитой ворсинчатой внутренней поверхностью и наличием остаточного содержимого, требующего механического удаления. Сетка выполняет фильтрационную функцию и имеет ячеистую структуру, способствующую задержанию частиц корма. Книжка состоит из множества мышечных пластин, между которыми распределяется содержимое, что усложняет процесс очистки. Сычуг является истинным желудком, содержащим железистую слизистую оболочку, и имеет более тонкие стенки по сравнению с преджелудками. Указанные особенности обуславливают необходимость дифференцированного подхода к механизации операций разделки, промывки, обезжиривания, удаления слизистой оболочки и термической обработки.

Технологическая схема переработки говяжьих желудков на современном предприятии включает следующие основные стадии: прием и сортировка сырья; освобождение от содержимого; предварительная промывка; механическая очистка внутренней поверхности; шпарка или термообработка; окончательная зачистка; обезжиривание; измельчение; обеззараживание; фасование или направление на дальнейшую переработку. На большинстве предприятий часть указанных операций до сих пор выполняется вручную или с использованием устаревшего оборудования периодического действия, что снижает производительность и повышает трудоемкость.

Механизация первичной обработки начинается на этапе извлечения желудочно-кишечного тракта из туши. Современные убойные линии оснащаются подвесными транспортерами, обеспечивающими перемещение внутренних органов к участку сортировки. Применение конвейерных систем с регулируемой скоростью движения позволяет синхронизировать работу операторов и снизить время нахождения сырья вне холодильной зоны. Далее желудки поступают на столы разделки, где осуществляется отделение камер и удаление крупных загрязнений. В условиях высокой производительности целесообразно использование автоматизированных станций с вращающимися ножевыми блоками и фиксирующими зажимами, позволяющими механизировать продольный разрез рубца и книжки.

Особое значение имеет операция освобождения желудков от содержимого. Традиционно она выполнялась вручную путем выдавливания и промывки водой. Современные решения предусматривают применение барабанных машин с перфорированной поверхностью и внутренними лопастями, обеспечивающими переворачивание и опорожнение камер под действием центробежных сил и струй воды. Регулирование частоты вращения барабана позволяет адаптировать режим к различным видам субпродуктов, предотвращая повреждение тканей. Для сетки и книжки, имеющих сложную внутреннюю структуру, эффективны установки с пульсирующей подачей воды под давлением, создающей гидродинамический эффект вымывания частиц корма.

После освобождения от содержимого проводится операция промывки. Механизация данного процесса реализуется в моечных машинах туннельного типа, где сырье перемещается на сетчатом транспортере через зоны распыления воды различной температуры. Применение форсунок с регулируемым углом распыла и давлением позволяет обеспечить равномерное орошение поверхности и снизить расход воды. Для повышения эффективности очистки могут использоваться вибрационные столы, способствующие раскрытию складок слизистой оболочки и удалению остаточных загрязнений.

Удаление слизистой оболочки является одной из наиболее трудоемких операций. В традиционной технологии применялась шпарка при температуре 65–68 °C с последующей механической зачисткой. В условиях механизированного производства используются центрифуги с абразивными внутренними поверхностями, где под действием вращения и трения происходит отделение слизистой. Важным параметром является продолжительность обработки и температура воды, так как чрезмерное воздействие приводит к потере массы и ухудшению структуры тканей. Разработка установок непрерывного действия, сочетающих термическое воздействие и механическое трение, позволяет повысить производительность линии и снизить зависимость от ручного труда.

Современные тенденции направлены на интеграцию термообработки и обеззараживания в едином технологическом модуле. Применение электрофизических методов нагрева, в частности СВЧ-обработки, открывает возможности для эндогенного нагрева тканей и сокращения времени достижения требуемой температуры. Конструктивное исполнение коаксиального резонатора с замедляющей системой и транспортирующим шнеком позволяет организовать непрерывное перемещение измельченного сырья через зону интенсивного электромагнитного поля. При этом механизация процесса заключается не только в подаче и транспортировании продукта, но и в автоматическом регулировании мощности генератора, скорости вращения шнека и температуры на выходе.

Измельчение желудков перед термообработкой способствует повышению равномерности нагрева и увеличению производительности установки. Для этой цели применяются волчки с регулируемой скоростью вращения шнека и сменными решетками. В условиях переработки слизистых субпродуктов важно обеспечить минимальное разрушение структуры при достаточной степени дисперсности, что достигается оптимизацией зазора между ножом и решеткой, а также подбором диаметра отверстий. После измельчения масса подается в бункер-дозатор, обеспечивающий равномерную загрузку СВЧ-камеры.

Транспортирование внутри рабочей зоны осуществляется винтовым шнеком, выполненным из неферромагнитного материала, устойчивого к воздействию электромагнитного поля и коррозии. Конструкция шнека должна обеспечивать перемешивание массы и предотвращать образование застойных зон. Шаг витка и диаметр вала подбираются исходя из требуемой производительности и времени пребывания продукта в зоне обработки. Регулирование частоты вращения позволяет изменять продолжительность воздействия без остановки линии.

Одним из ключевых показателей эффективности механизации является обеспечение санитарной безопасности. Включение в технологический процесс озонирования позволяет дополнительно воздействовать на микрофлору и нейтрализовать запахи. Генерация озона осуществляется непосредственно в рабочей камере – резонаторе, являющейся зоной обработки.

После термообработки и обеззараживания важной операцией является отделение вытопленного жира. Для этого используются пневмотранспортер. Полученный жир может направляться в комбикормовое производство.

Экономическая эффективность определяется снижением трудоемкости, сокращением продолжительности технологического цикла и уменьшением энергозатрат. Внедрение непрерывных установок вместо периодических аппаратов позволяет увеличить производительность при одновременном снижении численности обслуживающего персонала. Энергетический анализ показывает, что эндогенный нагрев в СВЧ-поле обеспечивает более высокий коэффициент использования энергии по сравнению с конвективной шпаркой, так как тепло выделяется непосредственно в объеме продукта.

Особое внимание при проектировании линий уделяется компоновке оборудования. Рациональное размещение модулей по ходу технологического процесса позволяет минимизировать длину транспортных путей и снизить риск перекрестного загрязнения. Использование модульного принципа облегчает масштабирование производства и адаптацию к различным объемам переработки. При этом учитываются требования ветеринарно-санитарных правил и стандартов на обработанные субпродукты.

Переработка говяжьих желудков представляет собой комплекс взаимосвязанных решений, охватывающих операции от первичной разделки до термообработки и обеззараживания. Применение современных машин непрерывного действия, интеграция электрофизических методов нагрева позволяет повысить эффективность использования вторичного мясного сырья, обеспечить санитарную безопасность и снизить себестоимость продукции. Дальнейшее развитие данного направления связано с совершенствованием конструкций рабочих органов, оптимизацией режимов обработки и внедрением интеллектуальных систем мониторинга технологических параметров в реальном времени.

Список литературы

1. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
2. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, No. 1. – P. 012141. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. – EDN PQSPZC.
3. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
4. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
5. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 11(138). – С. 45-56. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. – EDN VVQODQ.
6. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 57-71. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. – EDN DESJSC.

7. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Мегаполис, 2019. – С. 111-119. – EDN XFSGBR.
8. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
9. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020131230 : заявл. 22.09.2020 : опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN YZUWWW.
10. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45-55. – EDN OVQATU.
11. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
12. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119-124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
13. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN RICROV.
14. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). – EDN LBFHUW.
15. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96-105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
16. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.
17. Патент № 2732722 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00, H05B 6/64, H05B 6/80. СВЧ установка с нетрадиционными резонаторами для размораживания разогрева коровьего молозива в непрерывном режиме : № 2020107761 : заявл. 19.02.2020 : опубл. 22.09.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). – EDN LENKJD.
18. СВЧ-установка непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 108-113. – EDN ZCQHSU.
19. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16-28. – EDN TYJBAI.
20. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
21. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда : № 2021127581 : заявл. 21.09.2021 : опубл. 18.04.2022 / Г. В. Новикова, А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN SKRVZR.
22. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 12(139). – С. 54-65. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. – EDN JEEHXA.
23. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012008. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012008. – EDN XYIYHE.
24. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 17-25. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. – EDN GETRDI.
25. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 6(133). – С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. – EDN CNOBQC.
26. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими

резонаторами для вытопки воска / А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 46-56. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. – EDN RQTNRO.
27. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126-133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
28. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. В. Михайлова [и др.] // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 278-285. – EDN YHPJCU.
29. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
30. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7-9. – EDN UXPZCT.
31. Установка с СВЧ энергоподводом в коаксиально расположенные резонаторы для термообработки мясного сырья / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, Г. В. Новикова [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. – С. 470-473. – EDN FCHRLV.
32. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных : № 2023120303 : заявл. 01.08.2023 : опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN MBTIXI.
33. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
34. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
35. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.

УДК 621.385.6:637.5

Воронов Е.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ГОВЯЖЬИХ ЖЕЛУДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРАВЛЯЕМОГО СВЧ–УФ–ОЗОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ОБЩЕГО МИКРОБНОГО ЧИСЛА

Аннотация. Разработана и обоснована усовершенствованная операционно-технологическая схема переработки говяжьих желудков, основанная на комбинированном СВЧ–УФ–озонном воздействии, обеспечивающем синергетический санитарный эффект и повышение энергетической эффективности процесса. Установлено, что по сравнению с традиционной термической обработкой новая технология позволяет дополнительно снизить общее микробное число на 1–2 логарифмических порядка (до 10^2–10^3 КОЕ/г), сократить продолжительность обработки и уменьшить удельные энергозатраты при сохранении качества сырья.

Ключевые слова: операционно-технологическая схема; говяжьи желудки; слизистые субпродукты; сверхвысокочастотная обработка; ультрафиолетовое излучение; озонирование; общее микробное число.

Современное развитие мясоперерабатывающей отрасли агропромышленного комплекса Российской Федерации сопровождается устойчивым ростом объемов переработки побочных продуктов убоя крупного рогатого скота. Существенную долю в структуре вторичного мясного сырья занимают говяжьи желудки – рубец, сетка, книжка и сычуг, относящиеся к слизистым субпродуктам. Данные виды сырья характеризуются высокой влажностью (до 75–90 %), развитой белково-слизистой структурой, наличием остаточного содержимого преджелудков, выраженной микробной контаминацией и специфическим запахом. В этих условиях ключевым фактором обеспечения ветеринарно-санитарной безопасности и технологической пригодности продукции является

эффективность операционно-технологической схемы переработки, определяющая уровень снижения общего микробного числа (ОМЧ) и стабильность качества конечного продукта.

Проанализировав литературные источники и результаты патентных и научных исследований, сделан вывод о том, что применение электрофизических факторов в сельском хозяйстве и переработке аграрного сырья на протяжении длительного времени системно оценивалось по показателям санитарной эффективности, прежде всего по уровню общего микробного числа (ОМЧ), выступающему интегральным критерием обеззараживания и микробиологической безопасности продукции. В ранних разработках СВЧ-установок для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов, а также при термообработке сыпучего сырья именно динамика изменения ОМЧ являлась основным показателем эффективности технологического воздействия [1, 6, 16]. Аналогичный подход прослеживается в исследованиях, посвящённых микронизации зерна и обеззараживанию сыпучего сырья в непрерывном режиме, где снижение бактериальной обсеменённости рассматривается как ключевой результат применения сверхвысокочастотной энергии [4, 9, 11].

В области переработки жиросодержащего сырья и плавления жира санитарная оценка технологических режимов также базировалась на анализе общего микробного числа и степени инактивации условно-патогенной микрофлоры [2, 3, 5]. Разработка параметров плавителей жирового сырья и радиогерметичных установок непрерывного действия сопровождалась обоснованием режимов, обеспечивающих снижение микробной обсеменённости до нормативных значений [13, 25, 27]. При создании установок для термообработки сырья в оболочке и обеззараживания зерна в электромагнитном поле СВЧ санитарная эффективность вновь подтверждалась показателями ОМЧ как универсального индикатора действия электрофизических факторов [17, 6, 1].

В исследованиях, посвящённых переработке непищевых отходов животного происхождения, разработке операционно-технологических схем и параметров диэлектрического нагрева, контроль санитарного эффекта также осуществлялся через оценку общего микробного числа и степени подавления микрофлоры [7, 14, 15]. Аналогичный подход прослеживается при анализе рабочих камер и резонаторных систем, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья, где микробиологическая безопасность продукции рассматривается как приоритетный критерий эффективности [10, 33, 30].

В работах, посвящённых вытопке пчелиного воска и разработке СВЧ-воскотопок различной конструкции, в том числе с полусферическими резонаторами, оценка рациональных режимов нагрева и собственной добротности резонаторов сопровождалась анализом санитарного состояния получаемого продукта, включая показатели ОМЧ [18, 19, 20]. Теоретическое обоснование электродинамических параметров и структурно-технологических характеристик микроволновых установок также коррелировало с обеспечением микробиологической безопасности сырья и продукции [22, 24, 23].

В области тепловой обработки молока, молозива и другой биологической продукции аграрного сектора снижение общего микробного числа выступало базовым критерием эффективности электрофизического воздействия и сопоставимости с традиционными методами пастеризации [26, 28, 34]. Аналогичным образом в модульных микроволновых установках для тепловой обработки сырья на фермерских предприятиях санитарная результативность оценивалась через динамику микробной обсеменённости обрабатываемого материала [35, 21, 32].

Исследования в области обработки посадочного материала, клубней картофеля и физиопрофилактических устройств также демонстрируют, что при воздействии электрофизических факторов основным критерием биологической эффективности является снижение микробной контаминации и стабилизация санитарного состояния объекта обработки [8, 12, 29]. В разработках, посвящённых извлечению жира из костей убойных животных и термообработке мясного сырья в коаксиально расположенных резонаторах, контроль санитарной эффективности вновь основывался на показателях общего микробного числа как интегральной характеристике качества процесса [31, 30, 29].

Обобщение представленных источников позволяет сделать обоснованный вывод о том, что независимо от вида сырья (зернового, жиросодержащего, воскового, молочного или мясного) применение электрофизических факторов, в частности электромагнитного поля сверхвысокой частоты, традиционно оценивается через снижение общего микробного числа как универсального показателя обеззараживания. Данная методологическая преемственность подтверждает целесообразность использования показателя ОМЧ в качестве базового критерия при разработке и сравнительной оценке новых операционно-технологических схем переработки сельскохозяйственного сырья, включая слизистые субпродукты и говяжьи желудки.

Традиционная операционно-технологическая схема переработки говяжьих желудков, применяемая на большинстве мясокомбинатов, включает следующие основные стадии: прием и сортировка сырья; механическая очистка от содержимого; многократная промывка холодной водой; ошпаривание или варка в горячей воде (80–95 °C); дополнительная механическая очистка слизистой

оболочки; охлаждение; сортировка и фасовка. В ряде случаев используется паровая обработка или комбинированный конвективный нагрев. Основной санитарный эффект достигается за счет термического воздействия, обеспечивающего денатурацию белков микробной клетки и инактивацию вегетативных форм микроорганизмов.

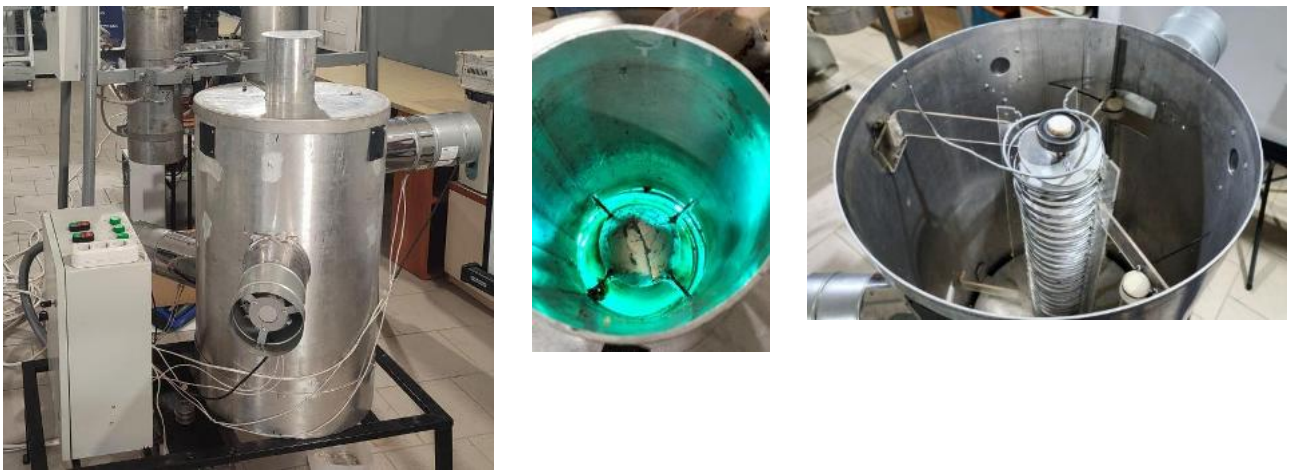
Однако традиционная схема имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, конвективный подвод тепла характеризуется значительной неравномерностью прогрева вследствие низкой теплопроводности слизистых тканей и высокой влажности сырья. Температурные градиенты приводят к тому, что поверхностные слои подвергаются перегреву, тогда как глубинные участки могут сохранять повышенную микробную обсемененность. Во-вторых, длительность тепловой обработки (до 40–90 минут в зависимости от объема партии) сопровождается высокими удельными энергетическими затратами — 0,25–0,35 кВт·ч/кг и более. В-третьих, повторные циклы промывки увеличивают водопотребление и образуют значительные объемы сточных вод с органической нагрузкой. Наконец, при традиционной технологии снижение ОМЧ носит преимущественно аддитивный характер и зависит исключительно от температуры и времени выдержки.

Анализ микробиологических показателей традиционной схемы показывает, что при исходном общем микробном числе порядка 10^6–10^7 КОЕ/г после термической обработки удается достичь снижения на 2–3 логарифмических порядка, то есть до уровня 10^3–10^4 КОЕ/г. При этом остаточная микрофлора может включать термоустойчивые формы и споровые микроорганизмы, а также бактерии, локализованные в труднодоступных складках слизистой поверхности. Дополнительным негативным фактором является возможность вторичного обсеменения при охлаждении и транспортировке.

Предлагаемая нами операционно-технологическая схема переработки говяжьих желудков основана на интеграции механических операций с электротехнологической обработкой в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (СВЧ) в сочетании с ультрафиолетовым излучением и озонным воздействием в едином рабочем объеме установки непрерывного действия. Конструктивно схема реализуется в многогенераторной СВЧ-установке с коаксиальным резонатором и замедляющей системой (рис. 1), обеспечивающей управляемое формирование электромагнитного поля и стабильный энерговвод при изменяющихся диэлектрических параметрах сырья.

Операционно-технологическая последовательность включает: прием и предварительную механическую очистку желудков; однократную гидравлическую промывку; измельчение или нарезку до заданной фракции (для обеспечения глубины проникновения СВЧ-излучения 1–2 см); подачу в рабочую камеру СВЧ–УФ–озонной установки; непрерывное перемещение сырья шнековым транспортером через зону комбинированного воздействия; охлаждение и фасовку. В отличие от традиционной схемы, основная санитарная нагрузка переносится с длительного конвективного нагрева на интенсивное объемное электромагнитное воздействие в сочетании с фотохимическими и окислительными процессами.

СВЧ-нагрев обеспечивает эндогенный подвод энергии непосредственно в объеме слизистой ткани за счет диэлектрических потерь. При частоте 2450 МГц и диэлектрической проницаемости $\varepsilon' = 45$–70 наблюдается интенсивное поглощение энергии и быстрый подъем температуры до 75–85 °С в течение 3–8 минут, что существенно сокращает продолжительность обработки по сравнению с традиционной варкой. Одновременно в рабочем объеме формируется ультрафиолетовое излучение и озон, обладающие выраженным бактерицидным действием. Озон взаимодействует с липидными и белковыми структурами клеточной стенки микроорганизмов, вызывая их окислительное разрушение, а ультрафиолетовое излучение индуцирует фотохимическое повреждение ДНК.



а) б) в)

Рисунок 1 – Установка непрерывного действия: а – лабораторный образец; б - с включенными

источниками УФ излучения; в - с выключенными источниками УФ излучения

Ключевым отличием предлагаемой схемы является синергетический характер воздействия. В условиях одновременного СВЧ-нагрева, УФ-облучения и присутствия озона происходит повышение проницаемости клеточных мембран вследствие термического и электропорационного эффекта, что облегчает проникновение активных форм кислорода внутрь микробной клетки. В результате интегральный санитарный эффект превышает сумму эффектов отдельных факторов. Экспериментальные данные показывают, что эффективный коэффициент обеззараживания при комбинированном воздействии увеличивается в 1,5–2,2 раза по сравнению с изолированным СВЧ-нагревом при той же удельной подведенной мощности (рис. 2). Сравнительный анализ динамики изменения общего микробного числа демонстрирует принципиальные различия между технологиями. При одинаковой исходной обсемененности 10^6–10^7 КОЕ/г традиционная варка в течение 60 минут обеспечивает снижение до 10^3–10^4 КОЕ/г. В предлагаемой схеме при удельной мощности 0,12–0,18 кВт/кг и времени обработки 5–7 минут достигается снижение ОМЧ до 10^2–10^3 КОЕ/г, что соответствует уменьшению на 4–5 логарифмических порядков. Таким образом, снижение общего микробного числа по сравнению с традиционной технологией составляет дополнительно 1–2 порядка без увеличения энергетических затрат. Дополнительным преимуществом является равномерность прогрева. Управляемое формирование электромагнитного поля в коаксиальном резонаторе с замедляющей системой позволяет минимизировать локальные перегревы и «холодные зоны», что снижает риск сохранения очаговой микрофлоры. Стабильность модовой структуры обеспечивает воспроизводимость санитарного эффекта при вариабельности влажности и состава желудков.

Энергетическая эффективность новой схемы также превосходит традиционную. Удельные энергетические затраты составляют 0,15–0,19 кВт·ч/кг против 0,25–0,35 кВт·ч/кг при варке, что связано с сокращением времени обработки и отсутствием необходимости нагрева значительных объемов воды. Одновременно уменьшается водопотребление и объем сточных вод, что снижает экологическую нагрузку предприятия. С технологической точки зрения новая операционно-технологическая схема обеспечивает непрерывность процесса, сокращение производственного цикла, уменьшение производственных площадей и снижение риска вторичного обсеменения за счет минимизации промежуточных операций. Снижение общего микробного числа до уровня 10^2–10^3 КОЕ/г повышает микробиологическую стабильность полуфабриката и увеличивает срок его хранения. Сравнительный анализ традиционной и предлагаемой операционно-технологических схем переработки говяжьих желудков показывает, что внедрение комбинированного СВЧ–УФ–озонного воздействия обеспечивает выраженное снижение общего микробного числа, повышение энергетической эффективности и сокращение продолжительности обработки. Синергетический характер электрофизического, фотохимического и окислительного воздействия формирует неаддитивный санитарный эффект, позволяющий достичь более глубокого обеззараживания при сохранении структуры и пищевой ценности сырья. Реализация управляемого электромагнитного поля в установке непрерывного действия обеспечивает технологическую устойчивость процесса и перспективность внедрения данной схемы на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности.

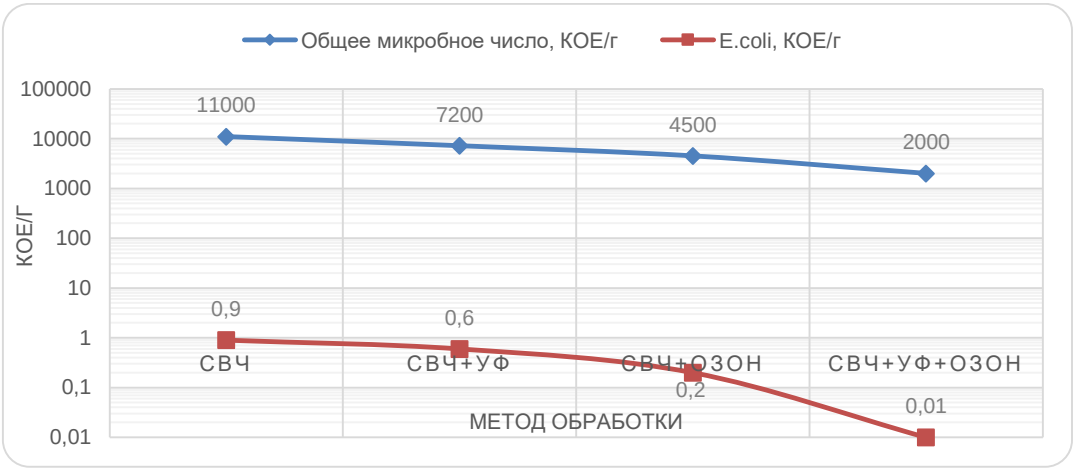


Рисунок 2 - Микробиологические показатели после обработки

Список литературы

1. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО

"Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS..
2. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
3. Патент № 2591126 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Установка для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015116255/13 : заявл. 28.04.2015 : опубл. 10.07.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEVRYL.
4. Патент № 2489068 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Свч-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна : № 2012100432/13 : заявл. 10.01.2012 : опубл. 10.08.2013 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN GBZQME.
5. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1(79). – С. 129-130. – EDN TKSCFF.
6. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
7. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198-202. – EDN XYKUTJ.
8. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89-93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
9. Патент № 2641705 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме : № 2016148587 : заявл. 09.12.2016 : опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "НГИЭИ-ЭНЕРГО" (ООО "НГИЭИ-ЭНЕРГО"). – EDN LFQEUF.
10. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
11. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВО НГСХА). – EDN HAXMCU.
12. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38-40. – EDN KVBMTV.
13. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119-124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
14. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
15. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
16. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7-9. – EDN UXPZCT.
17. Патент № 2592861 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64. сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке : № 2015119313/07 : заявл. 21.05.2015 : опубл. 27.07.2016 / М. В. Белова, А. А. Белов, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEWEUX.
18. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16-28. – EDN TYJBAI.
19. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
20. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда : № 2021127581 : заявл. 21.09.2021 : опубл. 18.04.2022 / Г. В. Новикова, А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN SKRVZR.
21. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 12(139). – С. 54-65. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. – EDN JEEHXA.
22. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012008. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012008. – EDN XYIYHE.
23. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 17-25. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. – EDN GETRDI.
24. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 46-56. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. – EDN RQTNRO.
25. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119-124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
26. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126-133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
27. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. В. Михайлова [и др.] // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК. Минск, 04–05 июня 2025 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 278-285. – EDN YHPJCU.
28. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN RICROV.
29. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
30. Установка с СВЧ энергоподводом в коаксиально расположенные резонаторы для термообработки мясного сырья / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, Г. В. Новикова [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. – С. 470-473. – EDN FCHRLV.
31. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных : № 2023120303 : заявл. 01.08.2023 : опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN MBTIXI.
32. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
33. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК, Москва, 01–02 октября 2019 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью Мегаполис, 2019. – С. 111-119. – EDN XFSGBR.
34. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020131230 : заявл. 22.09.2020 : опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN YZUWWW.
35. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.

УДК 631. 353

Казаков В.А.
Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, г. Киров

ФРАКЦИОННАЯ МАШИНА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОНИЗИРОВАННОГО КОРМА ИЗ УВЛАЖНЁННОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Аннотация. Разработана технология получения микронизированного корма из увлажнённого фуражного зерна, включающая разделение фуражного зерна по крупности на фракции, кондиционирование, отволаживание и микронизацию фракций, повторное фракционирование зерна по толщине на решётах, затем объединённый сход со всех решёт как готовый корм отправляют на сохранение, а проход через отверстия решёт считают непереработанным зерном и направляют на повторную микронизацию. Для осуществления технологии предложена машина для фракционирования зерна, решётная часть которой выполнена универсальной, т.е. машина имеет

возможность очищать от примесей и разделять на необходимое количество фракций поступающее на переработку зерно.

Ключевые слова: корм, зерно, микронизация, технология, очистка, фракционирование, решето.

Одним из способов повышения эффективности производства в животноводстве является рациональное использование кормов, в частности фуражного зерна. Известно, что значительная часть (до 40%) даже подготовленного традиционными способами (например, дроблением, запариванием, и др.) к скармливанию зерна не усваивается организмом животных в связи с особенностями их пищеварительной системы [1, 2]. Зерно злаковых культур наряду с другими видами питательных веществ содержит много крахмала, усвоение которого при кормлении животных и птиц происходит медленно, и при этом продуктивно используются только определенные формы в небольшом количестве. По данным ряда исследований [3] усвояемость питательного потенциала крахмала в созданной природной форме не превышает 20…25 % в зависимости от вида культур. Поэтому задача новых технологий переработки зерна состоит во внедрении таких способов обработки исходного сырья, которые позволили бы перевести крахмал в удобную для усвоения организмов животных форму. Это возможно при разрушении зерновой структуры крахмала на клеточном уровне, что способствует разрыву природных связей между отдельными составляющими частями и переводу его в более простые углеводы в виде декстринов и сахаров, то есть желатинизация или декстринизация крахмала на более простые составляющие.

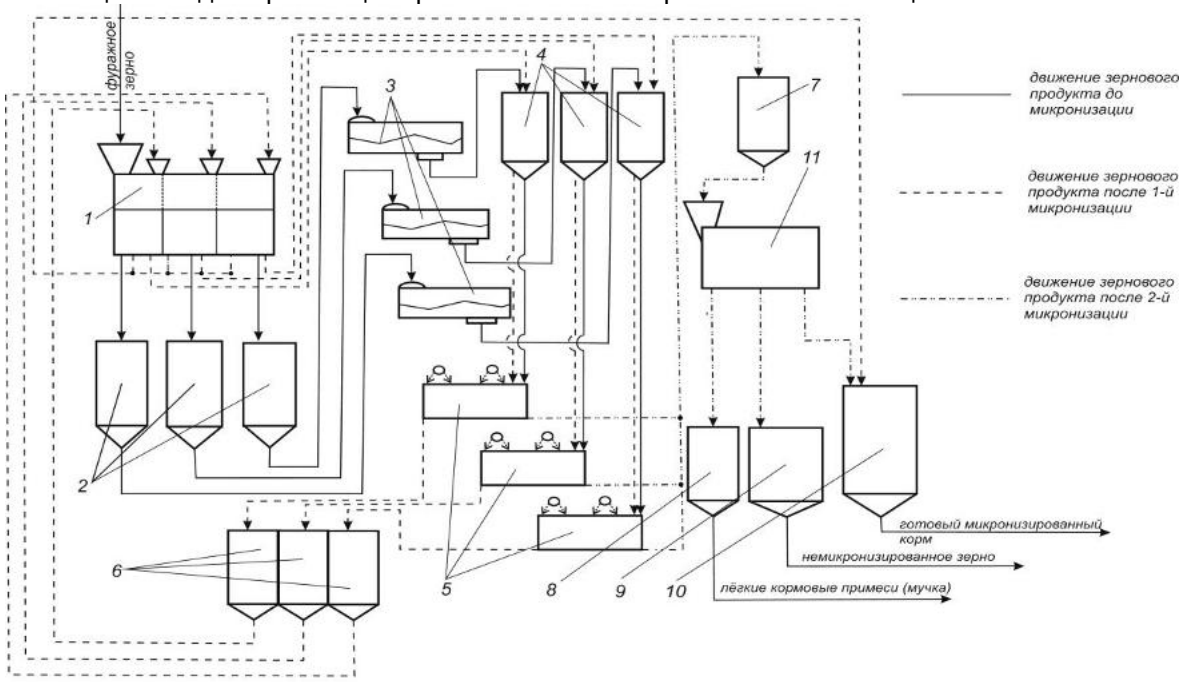


Рисунок 1 – Технология и технологическая линия получения микронизированного корма из увлажнённого фуражного зерна: 1- машина для фракционирования зерна, 2- бункеры зерновых фракций, 3- увлажнители зерна, 4- промежуточные бункеры накопления увлажнённого зерна, 5- микронизаторы, 6- промежуточные бункеры-накопители, 7- бункер конечного продукта, 8, 9, 10-бункеры лёгких зерновых прмесей, зерна и готового микронизированного корма; 9- бункер-накопитель промежуточного зернового продукта, 10- увлажнитель-смеситель зерна, 11- машина для разделения конечного продукта

Без специальной обработки трудноусвояемой является также и клетчатка, которая содержится в большом количестве в зерне и бобах, особенно в их верхних защитных слоях и оболочках. Поэтому разрабатываемые способы углубленной переработки исходного зернового сырья должны способствовать деструкции части целлюлозно-лигниновых образований клетки в природных формах и более простые виды моносахаров и аминокислот. В связи с этим особую значимость приобретают различные способы приготовления зерновых кормов зерна к скармливанию, и одним из самых эффективных из них является микронизация зерна – процесс термомеханической обработки зерновых (злаковых и бобовых), заключающийся в интенсивном нагреве зерна до 110^0 и выше, что приводит к нагреву и закипанию содержащейся в нем влаги и сопутствующему увеличению в размере самого зерна. При микронизации происходит переход углеводов в растворимое и легко усваиваемое состояние – желатинизация, в результате полученный кормовой материал становится более благоприятным для пищеварения, существенно повышается полезная обменная энергия фуражного зерна, снижается его механическая прочность. Как следствие, повышается усвояемость кормов и

прирост живой массы животных. Степень желатинизации глюкозы в процессе микронизации самая высокая из всех применяемых способов обработки [4].

Задачей исследований является разработка технологии получения микронизированного корма из фуражного зерна и машины для разделения зерна на фракции в процессе осуществления технологии, являющейся составной частью оборудования технологической линии.

С учётом анализа уровня техники по исследуемой тематике, а также результатов собственных исследований разработана *технология получения микронизированного корма из фуражного зерна,* новизна которой подтверждена патентом на изобретение RU № 2829230 [5]. Технологическая линия для осуществления технологии представлена на рисунке 1.

Технология осуществляется следующим образом. Очищенное от примесей фуражное зерно подают в машину для фракционирования 1, где оно на решётах разделяется по размерам на три равные по массе фракции, которыми заполняют бункеры 2, затем машину 1 останавливают и перенастраивают. Далее технологический процесс получения корма продолжается: из бункеров 2 зерно подают на увлажнители 3 (каждая фракция увлажняется отдельно), где оно доводится до требуемой влажности (28-30%). Затем увлажненное зерно также пофракционно отправляют в промежуточные бункеры накопления увлажнённого зерна 4, из которых зерновые фракции подают на микронизацию в установки 6 (каждая из трёх фракций подаётся в свой, настроенный под неё микронизатор). После прохождения данной технологической операции (1-я микронизация) полученный продукт пофракционно загружают в бункеры-накопители 6, при этом их объём должен полностью вмещать микронизированное зерно, полученное из зерновых фракций бункеров 2 и 4 После полного заполнения бункеров 6 (при этом освобождаются бункеры 2 и 4) зерновой продукт также пофракционно направляют в машину 1, настроенную таким образом: каждая фракция подаётся на свое решето с размером щелевых отверстий на 20 … 30% больших, чем при первом разделении, при этом зерновую фракцию из наиболее крупного зерна сортируют на решете с размером отверстий на 20 … 30% больше среднего размера толщины её зерновок; – при повторном поступлении зерна в машину 1 происходит его разделение на готовый продукт (взорванное микронизированный корм) и немикронизированное зерно (готовым кормом не является). При выходе из машины 1 сход с решёт для всех зерновых фракций объёдиняют и отправляют на сохранение как готовый микронизированный корм в бункер 10, а проход (невзорванные зёрна) пофракционно отправляют в бункеры 4 и из них в микронизаторы 3 на повторную раздельную микронизацию, после прохождения которой все полученные фракции объёдиняют и отправляют в бункер хранения конечного продукта 7. Из бункера 7 зерновой продукт поступает в машину для разделения конечного продукта 11, фракционируется в ней на готовый продукт – микронизированный корм из фуражного зерна, направляемый в бункер 10, –немикронизированное зерно, поступающее в бункер 9, – лёгкие кормовые примеси (мучка), подаваемые в бункер 8.

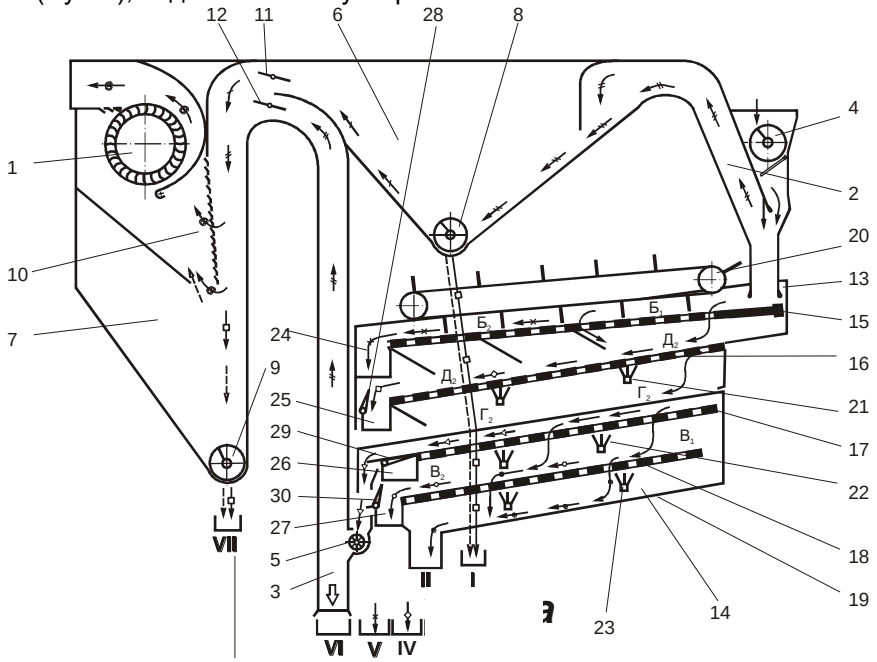


Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема машины для фракционирования зерна: 1- вентилятор, 2, 3- пневмосепарирующие каналы, 4, 5- питающие устройства, 6, 7 - пылеосадительные камеры, 8, 9- выводящие устройства, 10- пылеуловитель, 11, 12- регулировочные заслонки, 13, 14- решетные станы, 15, 16, 17, 18- ярусы решёт, 19- днище, 20- транспортер, 21, 22, 23- очистительные устройства, 24, 25, 26 и 27- лотки, 28, 29, 30- поворотные заслонки, I, II, III, IV, V, VI, VII приемники фракций

Для технологической линии получения микронизированного корма из увлажнённого фуражного зерна разработана конструктивно-технологическая схема машины для фракционирования зерна 1 (рис. 1), техническая новизна которой подтверждена патентом RU № [6]. Схема машины которая представлена на рисунке 2, её конструкция и технологический процесс позволяют разделять поступающий зерновой материал (фуражное зерно) на необходимое количество фракций для осуществления технологии получения микронизированного корма из фуражного зерна.

Работает машина для фракционирования следующим образом. Зерновой материал по зернопроводам подается в воздушно-решетную машину для фракционирования зерна, работающую следующим образом. Зерновой материал питающим устройством 4 вводится в первый пневмосепарирующий канал 2 дорешетной очистки, в котором легкие примеси (пыль, полова, частицы соломы, семена сорных растений и т.п. - фракция отходов) потоком воздуха, создаваемым диаметральным вентилятором 1, удаляются в осадочную камеру 6, осаждаются в ней и выводящим устройством 8 удаляются из пневмосистемы в приемник I. Зерновой материал при приведении решетных станов в гармоничное колебательное движение при работе условно по схеме *а* - очищенный от легких примесей, поступает на верхнее решето 15 верхнего решетного стана 13. С этого решета крупные примеси (отходы) идут сходом и лотком 24 выводятся в приемник V, а очищенный от крупных примесей зерновой материал подается на нижнее решето 16 верхнего решетного стана 13. При установке поворотной заслонки 28 лотка 25 в положение "открыто" фракция зернового материала, содержащая наиболее крупное зерно, лотком 25 выводится в приемник IV, а из него для последующей обработки как фуражное зерно (плющение, сушка или переработка в фуражном режиме). Проход через отверстия нижнего решета верхнего решетного стана 13 попадает на верхнее решето 17 нижнего решетного стана 14, при этом при установке поворотной заслонки 29 в положение "закрыто" сход с решета 17 - фракция, состоящая из средних по размерам зерен (семенное и продовольственное зерно) поступает во второй пневмосепарирующий канал 3, в котором завершается процесс предварительной очистки зерна: оно поступает в приемник VI. Проход через отверстия верхнего решета 17 нижнего решетного стана 14 подается на нижнее решето 18 этого стана, причем при закреплении поворотной заслонки 30 в положении "открыто" фракция мелкого зерна (фуражное зерно) - сход с решета 18 попадает в лоток 27, которым отводится в приемник III.

Мелкие примеси (подсев – фракция отходов) проходят через отверстия решета 18 и, переместившись по днищу 19 нижнего решетного стана 14, поступают в приемник II. Очистка решет станов осуществляется цепочно-скребковым транспортером 20 и щеточными устройствами 21, 22 и 23.Примеси, выделенные во втором пневмосепарирующем канале 3 из основного потока зерна (щуплое, дробленое зерно и т. п. – фракция отходов или фуражного зерна), отводятся воздушным потоком во вторую осадочную камеру 7, осаждаются в ней и устройством 9 выводятся в приемник VII.Обработавший поток воздуха, очищенный пылеуловителем 10, диаметральным вентилятором 1 выводится в атмосферу. При работе решетной части по схеме *а* соотношение фракций крупного (фуражное зерно), среднего (семенное и продовольственное зерно) и мелкого по размерам зерна (фуражное зерно) составляет соответственно 5…10, 55…60 и 25…30%.

При работе решетной части машины, когда поворотные заслонки 29 и 30 установлены в положении "закрыто" (условно работа по схеме *б*) сход с решет 17 и 18 нижнего решетного стана 14 – семенное и продовольственное зерно (60…65%) - подается во второй пневмосепарирующий канал 3, а сход с нижнего решета 16 верхнего решетного стана 13 (10…15%), когда поворотная заслонка 28 размещена в положении "открыто", из лотка 25 выводится в приемник IV. При работе решетной части по этой схеме фракция крупного зерна (семенное и продовольственное зерно или фуражное зерно) - сход с нижнего решета 16 верхнего стана 13 - составляет 20…30%.

При настройке решетной части машины по схеме *в*, когда поворотные заслонки 28 и 29 нижнего решета 16 верхнего решетного стана 13 и верхнего решета 17 нижнего стана 14 установлены в положение "закрыто", сход с этих решет – семенное и продовольственное зерно (60…65%) - направляется во второй пневмосепарирующий канал 3, а фуражные фракции (фуражное зерно) - сход крупного зерна и крупные примеси с верхнего решета 15 верхнего решетного стана 13 (5…10%) и сход с нижнего решета 18 нижнего решетного стана 14 (25…35%), когда поворотная заслонка 30 находится в положении "открыто", соответственно по лоткам 24 и 27 выводятся в приемники V и III.

Наряду с отмеченными схемами решетная часть машины может быть настроена на для работы условно по схеме *г*, когда поворотные заслонки 28, 29 и 30 установлены в положение "закрыто". В этом случае все очищенное решетной частью машины зерно направляется во второй пневмосепарирующий канал 3, т.е. зерновой материал очищается от крупных и мелких примесей, щуплого и дробленого зерна. Следовательно, решетная часть машин функционирует по обычной технологии.

Вывод:

1. Разработана технология получения микронизированного корма из фуражного зерна, новизна которой подтверждена патентом на изобретение RU № 2829230, включающая разделение очищенного от примесей фуражного зерна по крупности на 3 фракции, пофракционное

кондиционирование, отволаживание и микронизацию фуражного зерна, повторное фракционирование микронизированного зерна, затем сход со всех решёт объединяют и как готовый корм отправляют на сохранение а зерно, а прошедшее через отверстия решёт зерно считают непереработанным и направляют на повторную пофракционную микронизацию.

2. Для технологической линии, осуществляющей технологию получения микронизированного корма, предложена машина для фракционирования, решётная часть которой выполнена универсальной – т.е. технологический процесс машины имеет возможность не только очищать поступающий на обработку зерновой материал от примесей, но и разделять его на необходимое количество фракций по крупности.

Список литературы

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие / Соавт.: В. И. Фисинин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
2. Шпаков А.С. Основные задачи научного обеспечения производства зернофуражных культур в российской федерации / Кормопроизводство №4, 2005, с. 2-5.
3. Голтвяница А.Ф., и др. Производство продуктов на основе экспандированных зерновых кормов. М.: АгроНИИТЭИПП, 1986.
4. Трутнев С. Н. Перспективы применения технологии микронизации фуражного зерна перед скармливанием // Научный лидер». №25 (226). Июнь, 2025.
5. Патент RU 2829230 C1 Способ получения микронизированного корма из фуражного зерна / Савиных П.А., Казаков В.А., Киприянов Ф.А. / заявитель и патентообладатель Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина (RU); заявл.19.02 2024; опубл. 30.11.2024. Бюл. №31
6. Патент RU 2371262 C1 МПК B07B 9/00 B07B 4/02 B07C 4/06 Способ для фракционирования и последующего плющения зернового материала и устройства для его осуществления / Сысуев В.А., Савиных П.А., Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Казаков В.А. / заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (RU); заявл. 28.01.08; опубл. 27.10.2009. Бюл. №30. – 12 с.

УДК 631.362.3.001.4:63.001.5

Сычугов Ю.В., Казаков В.А.
Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, г. Киров

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. Разработана конструктивно-технологическая схема воздушно-решётной зерноочистительной машины первично-вторичной очистки с возможностью её установки ее в поточных зерноочистительно-сушильных линиях и комплексах, оснащённую пневмосистемой разомкнутого типа с одним каналом дорешётной и двумя послерешётной аспирации, диметральным вентилятором. Новизна машины подтверждена патентом на изобретение №2513391, её пневмосистемы – патентом № 2229787. Проведены исследования рабочего процесса пневмосистемы, которые показали возможность достижения оптимальных скоростей воздуха в пневмосепарирующих каналах при частоте вращения колеса диаметрального вентилятора n = 825 мин.

Ключевые слова: зерно. фракционирование, примеси, пневмосистема, вентилятор

Для решения задач по обеспечению населения продуктами питания, а животноводство кормовой базой, в Российской Федерации необходимо наращивать производство зерна, во-первых, за счёт повышениия урожайности зерновых культур, и, во-вторых, уменьшая потери выращенного урожая за счёт качественной послеуборочной обработки зерна, которая включает сушку и сортирование на пунктах и комплексах послеуборочной обработки, и последующее сохранение зерна [1]. Послеуборочная обработка включает обязательную очистку зерна от примесей и сортировку его на продовольственное, семенное и фуражное зерно, – для осуществления данных технологических операций применяются в основном воздушно-решётные зерноочистительные машины [2]. Одним из важнейших направлений в повышении эффективности процесса очистки зернового вороха и сортирования семян является совершенствование воздушных систем (пневмосистем) зерно- и семяочистительных машин, осуществляющих выделение примесей из обрабатываемого зерна воздушным потоком в пневмосепарирующих каналах. Из рассмотренных пневмосистем выгодно отличаются аспирационные системы с разомкнутым циклом движения воздушного потока,

генератором которого является диаметральный вентилятор, создающий при своём вращении плоско-параллельное движение воздуха.так как они обладают простой конструкцией и в них используется чистый наружный воздух, что повышает качество очистки зерна от примесей и пыли. Однако данным пневмосистемам характерны более высокие затраты энергии на создание воздушного потока, повышение кратности воздухообмена в помещениях, где они установлены, и необходимость удаления отработанного воздуха [3, 4, 5].

Задачей исследований является разработка воздушно-решётной зерноочистительной машины первично-вторичной очистки с высокой производительностью и малой энергоемкостью а также с возможностью установки ее в поточных зерноочистительно- сушильных линиях и комплексах, имеющую пневмосистему разомкнутого типа с каналами дорешётной и послерешётно аспирации.

Проведенный анализ технологий и зерноочистительных машин отечественного и зарубежного производства показал, что эти технические средства несовершенны, морально устарели и не могут качественно выполнять технологический процесс очистки зерна, так как воздушные системы их требуют доработки, а некоторые узлы усовершенствования. С учётом анализа патентной и научно-технической документации разработана зерноочистительная машина первично-вторичной очистки с возможностью фракционирования, имеющая пневмосистему разомкнутого типа с диаметральным вентилятором, двумя осадочными камерами, жалюзийным противоточным пылеуловителем и пневмосепарирующим (ПСК) каналом дорешетной и двумя послерешетной аспирации. Новизна технических решений машины подтверждена патентом на изобретение №2513391, её пневмосистемы – патентом № 2229787. Общий вид и технологическая схема воздушно-решётной машины приведена на рисунке 1.

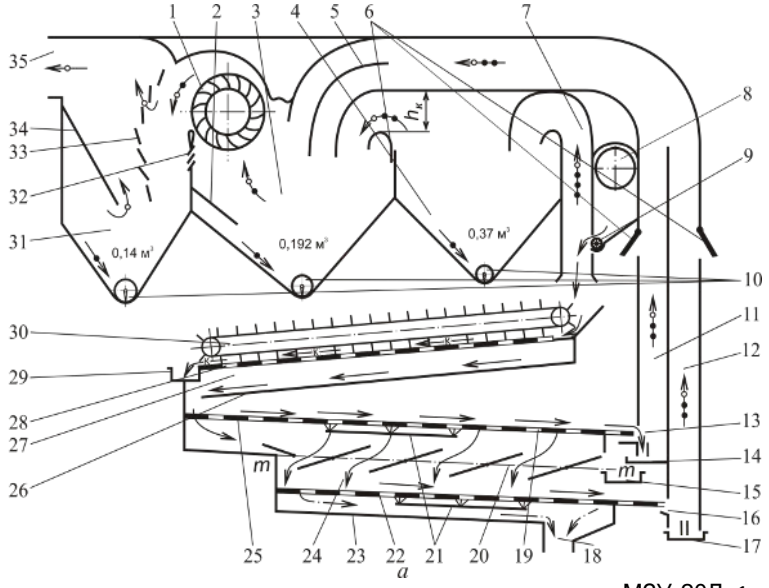


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема машины очистки зерна МЗУ-20Д: 1 –вентилятор; 2, 5, 20 – устройства вывода примесей; 3, 4 – осадочные камеры; 6, 9 –заслонки; 7 – 1-й пневмосепарирующий канал; 8 – приемное устройство; 10, 11 – пневмосепарирующие каналы послерешетной аспирации; 12 –очиститель решет; 13 – верхняя решетная плоскость; 14 – верхний решетный стан; 15 –скатные доски; 16 –очистители решет; 17 – нижняя решетная плоскость; 18 – нижний решетный стан; 19 – средняя решетная плоскость; 21 – пылеуловитель; 22 – жалюзийная решетка; 23 – выходной патрубок; I…VII –фракции

Для машины МЗУ-20Д предложена усовершенствованная разомкнутая пневмосистема, технологическая схема которой представлена на рисунке 2.

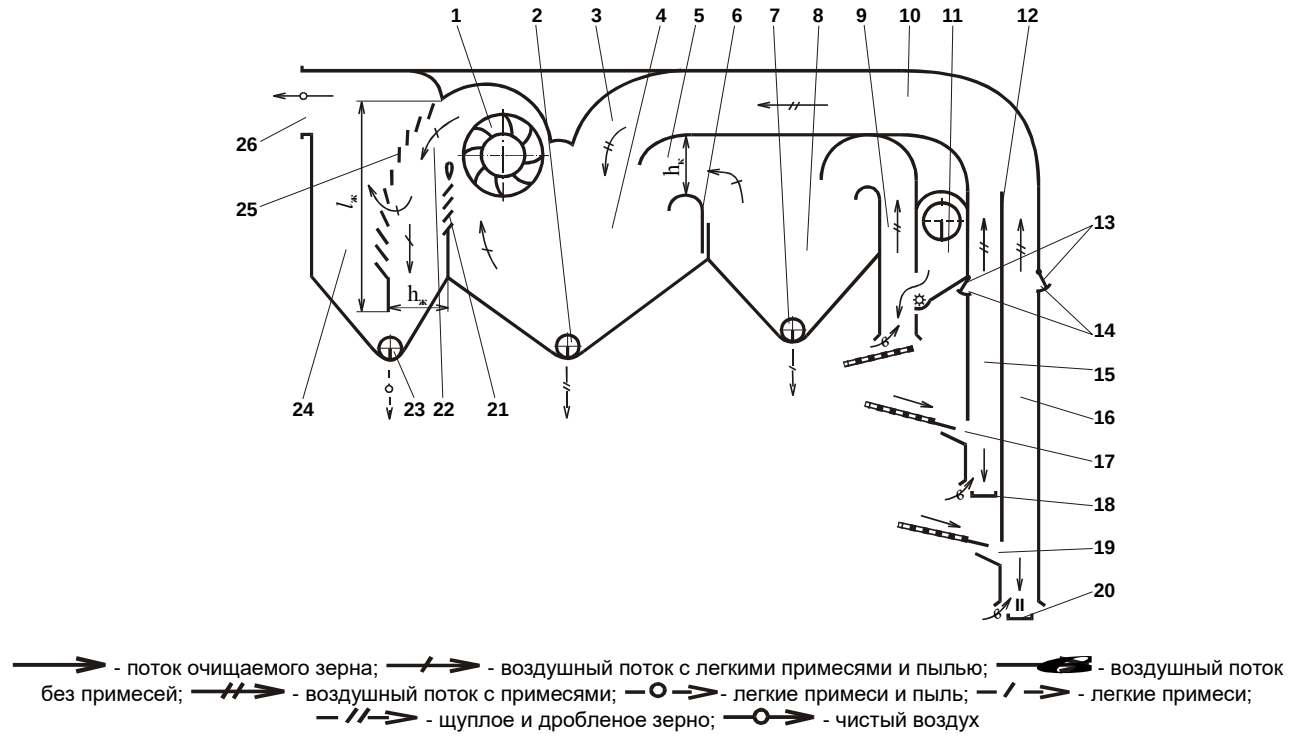


Рисунок 2 - Технологическая схема пневмосистемы зерноочистительной машины

Пневмосистема работает следующим образом. Зерновой материал из загрузочного устройства 11 питателем подается в первый пневмосепарирующий канал 9, где воздушным потоком, засасываемым вентилятором 1, легкие примеси удаляются в осадочную камеру 8, осаждаются и шнеком 7 выводятся наружу. Далее зерновой материал поступает на решетную часть машины и очищается от крупных и мелких примесей, а затем направляется во второй 15 и третий 16 пневмосепарирующие каналы для доочистки от легких примесей, щуплого и дробленого зерна. Воздух, всасываемый вентилятором, во втором и третьем каналах воздействует на зерновой материал, вводимый в него через входные окна 17 и 19 с верхнего и нижнего решет. При этом из зернового материала потоком воздуха выделяются легкие примеси, дробленое и щуплое зерно (используемые отходы), которые выносятся в осадочную камеру 4, осаждаются в ней и выводятся из нее шнеком 2. Очищенный зерновой материал из пневмосепарирующих каналов поступает в выводные устройства 18, 20, где собирается и выводится из пневмосистемы. Воздушный поток, очищенный в осадочных камерах, вентилятором нагнетается в осадочную камеру 24 жалюзийного противоточного воздухоочистителя. При движении воздушного потока по жалюзийной поверхности 25 воздухоочистителя оставшиеся частицы пылевидных включений за счет резкого изменения направления движения потока воздуха оседают в осадочной камере и устройством 23 из нее выводятся. Очищенный воздух через канал 26 удаляется за пределы производственного помещения.

Согласно схемы изготовлена лабораторная установка пневмосистемы в натуральную величину в продольно-вертикальной плоскости, на которой проведены исследования аэродинамических характеристик пневмосистемы согласно ГОСТ10921-90 [6].

Исследован рабочий процесс диаметрального вентилятора на лабораторной установке пневмосистемы при различной частоте его вращения - 610 … 850 мин$^{-1}$. При этом проводились замеры мощности, потребляемой вентилятором на создание воздушного потока, уровня шума в рабочей зоне установки и скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах, полученные результаты представлены в виде графиков на рисунке 3.

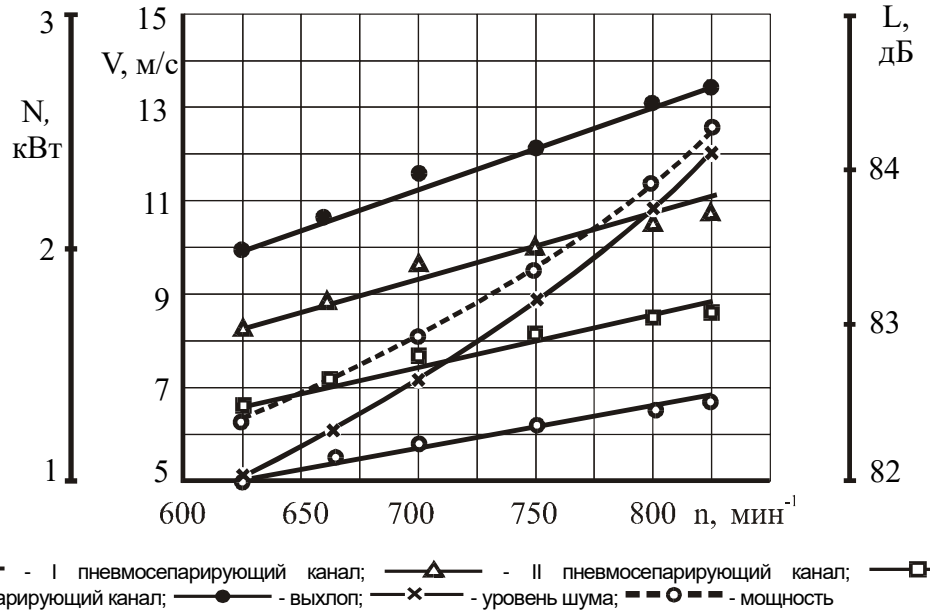


Рисунок 3 - Зависимость потребляемой мощности N, скорости воздушного потока V, уровня шума L от частоты n вращения колеса вентилятора

Результаты исследования показали возможность достижения необходимых скоростей воздуха в пневмосепарирующих каналах для обработки зерна основных зерновых культур. Дальнейшие исследования лабораторной установки проводились при частоте вращения колеса вентилятора n = 825 мин$^{-1}$. Сделан вывод, что изменение скорости воздуха во втором или третьем каналах практически не влияет на скорости воздушного потока в первом канале, что упрощает настройку аспирационной системы на рабочий режим.

Выводы:

1. Разработана конструктивно-технологическая схема воздушно-решётной зерноочистительной машины первично-вторичной очистки с возможностью её установки ее в поточных зерноочистительно- сушильных линиях и комплексах, оснащённую пневмосистемой разомкнутого типа с одним каналом дорешётной и двумя послерешётной аспирации, диметральным вентилятором. Новизна машины подтверждена патентом на изобретение № 2513391и, её пневмосистемы – патентом № 2229787

2. Проведенные исследования рабочего процесса пневмосистемы показали возможность достижения оптимальных скоростей воздуха в пневмосепарирующих каналах при частоте вращения колеса диаметрального вентилятора n = 825 мин$^{-1}$.

Список литературы

1. Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Исупов В.И. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян трав.- Киров: НИИСХ Северо-Востока.- 2003.- 368 с.
2. Бурков А.И. Тенденции развития воздушно-решётных зерноочистительных машин на современном этапе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 2 (63). С. 4-15.
3. Шпаков А.С. Основные задачи научного обеспечения производства зернофуражных культур в российской федерации / Кормопроизводство №4, 2005, с. 2-5. 4. Нелюбов А. И., Ветров Е. Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.
4. Нелюбов А. И., Ветров Е. Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.
3. Гликман Б.Ф. Математические модели пневмогидравлических систем.- М.- Наука.- Ред. Физ.-Мат.-Лит.- 1986.- 368 с.
5. Сысуев В.А., Алешкин А.В., Сычугов Ю.В., Исупов Ю.А. Комбинированные расчётные схемы в математических моделях процессов фракционирования зерна // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 4. С. 24-29. DOI: 10.25750/1995-4301-2018-4-024-030.
6. ГОСТ 10921-90 Вентиляторы радиальные (центробежные) и осевые. Методы аэродинамических испытаний- М.: Изд-во стандартов, 1985.- 15 с.

УДК 631.353

Казаков В.А.
Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, г. Киров

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОНИЗИРОВАННОГО И ПЛЮЩЁНОГО КОРМА ИЗ УВЛАЖНЁННОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Аннотация. Разработана технология получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна. Технология включает разделение фуражного зерна по крупности на фракции, его пофракционное кондиционирование, отволаживание и микронизация, повторное фракционирование микронизированного зерна по толщине на решётах, после которого получаемый сход со всех решёт является готовым микронизированым кормом, а зерно, прошедшее через отверстия решёт, направляют, на повторное увлажнение водой, и последующее плющение для получения готового корма. Применение новой технологии позволяет получать микронизированный зерновой корм в количестве 60% от массы исходного фуражного зерна, и плющёный зерновой корм – до 40% от массы исходного зерна

Ключевые слова: корм, зерно, микронизация, технология, плющение, фракционирование.

Для эффективного ведения животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства необходима, в первую очередь, организация сбалансированных рационов для кормления различных групп сельскохозяйственных животных исходя из того, что роль полноценного кормления в продуктивности животных составляет 55…60 %, а, например, недостаток в рационах обменной энергии, белка, сахара и жира на 15…20 % ведет к недоиспользованию их генетического потенциала на 30…50 % [1]. Кроме того, сами корма, в том числе концентрированные, должны в полной мере усваиваться животными, и для этого используются различные технологии их приготовления [2, 3].

Одним из способов подготовки зерна к скармливанию, т.е. получения легкоусвояемого концентрированного корма, является микронизация - процесс термомеханической обработки зерновых (злаковых и бобовых) с применением инфракрасного излучения, заключающаяся в интенсивном нагреве зерна до 100-110℃, в результате которого влага внутри него нагревается, закипает, в результате чего само зерно резко увеличивается в размере. Цель данной обработки состоит в том, чтобы увеличить доступность крахмала зерна для микробиома рубца желудочного тракта жвачных животных с оптимальной скоростью. Установлено, что улучшение усвояемости микронизированного зерна улучшается на 30-40% за счет предварительного разрушения белковой оболочки и высвобождения крахмала (повышается его доступность), а также температурного воздействия на крахмал, в результате чего сложная и громоздкая конструкция разрушается на более простые мономеры. При этом от вида зерна зависят время и температура приготовления, как и от состояния того же зерна, его размера, свежести, влажности, сорта, – для разных зерен установлены свои технические параметры микронизации [4, 5].

Анализ результатов исследований по данной тематике показывают, что при микронизации зерна выход готового продукта от общей массы поступающего на переработку зерна составляет до 60%, а оставшиеся 40% прошедшего обработку, но не микронизированного зерна не являются готовым кормом, – предлагается использовать его на другие цели, например, отправлять на плющение и затем скармливать. Экспериментально установлено, что в основе метода плющения лежит фактор интенсивных фазовых переходов рассредоточенной влаги зерна, энергии которых достаточно как для изменения структурной организации зерна, так и для физико-химических преобразований в его компонентах – крахмале, белке, клетчатке [7, 8]. В процессе плющения зерна значительно увеличивается общая поверхность, что способствует улучшению процесса пищеварения животных. При этом также разрушается оболочка, которая препятствует воздействию пищеварительных ферментов на частицы корма. Так, экспериментальные исследования [9] показали, что переваримость и время усвоения плющеного ячменя на 25…33% больше, чем целого. Таким образом, организм животного меньше тратит времени на переваривание и усвоение корма, а энергии получает больше, что говорит о высокой эффективности применения плющёного зерна.

Задачей исследований является разработка технологии получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна, обеспечивающего производство готовых к употреблению микронизированного и плющёного зерна, увеличению полноты переработки на готовый продукт исходного фуражного зерна.

С учётом анализа научно-технической и патентной информации по исследуемой тематике, а также результатов собственных исследований предложена *технология (способ) получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна* [11]. Технология включает разделение очищенного от примесей фуражного зерна по крупности на фракции, пофракционное кондиционирование, отволаживание и микронизацию фуражного зерна: исходное

фуражное зерно разделяют на три фракции по толщине последовательно двумя решётами с щелевыми отверстиями в зерноочистительной машине, затем зерно пофракционно направляют на увлажнение до 28 … 30% с последующим отволаживанием в течение 1,5-2,5 ч. и на микронизацию, после её прохождения фракции зернового продукта отправляют в зерноочистительную машину с тремя рядами щелевых решёт, работающих параллельно, на повторное фракционирование по толщине, среднюю и мелкую фракции сортируют на втором и третьем рядах решет с такой же шириной щелевых отверстий, как у первого и второго ряда решёт при первом фракционировании соответственно, затем сход со всех решёт объединяют и как готовый микронизированый корм отправляют на сохранение, а зерно, прошедшее через отверстия решёт, также объединяют и направляют на повторное увлажнение водой в количестве 5 … 15% от массы зерна, после прохождения которого отправляют на плющение с последующим герметичным сохранением и скармливанием полученного плющёного корма. Технологическая линия для осуществления технологии представлена на рисунке 1.

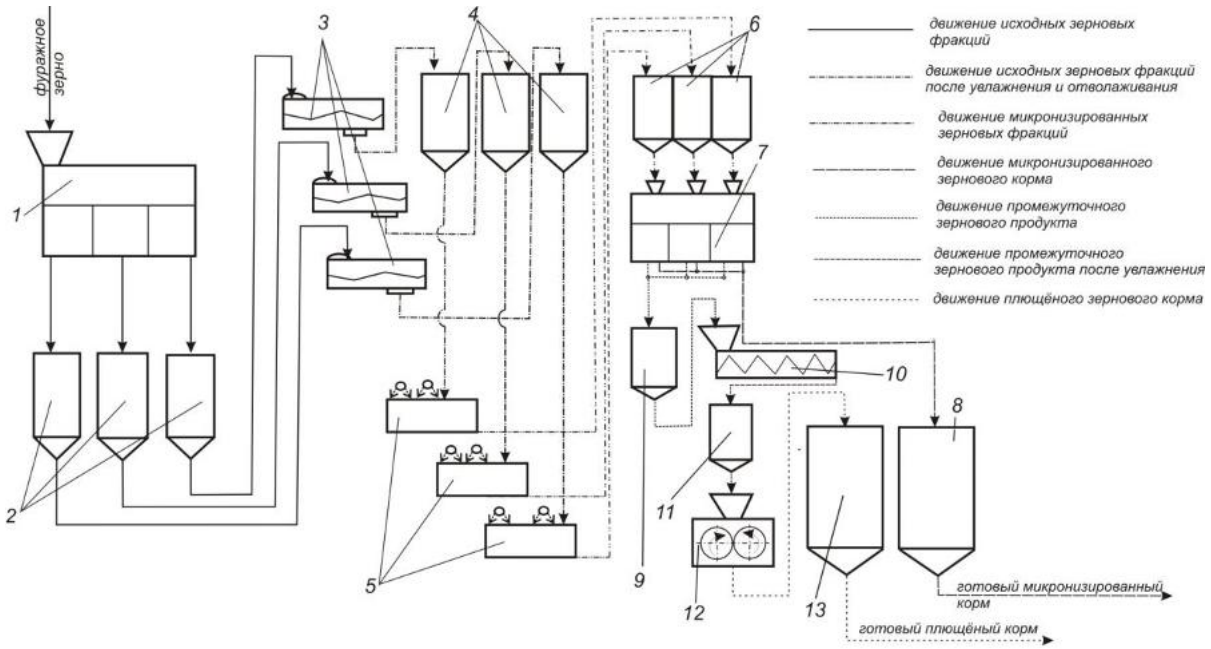


Рисунок 1 – Технология и технологическая линия получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна: 1- машина для фракционирования зерна, 2- бункеры зерновых фракций, 3- увлажнители зерна, 4- промежуточные бункеры накопления увлажнённого зерна, 5- микронизаторы, 6- промежуточные бункеры-накопители микронизированного продукта, 7- машина для фракционирования зерна, 8- бункер готового микронизированного зернового корма; 9- бункер-накопитель промежуточного зернового продукта, 10- увлажнитель-смеситель зерна, 11- промежуточный бункер, 12- плющилка зерна, 13- бункер готового плющёного зернового корма

Схема разделения зерна на фракции в машинах 1 и 7 представлена на рисунке 2. Технология получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна осуществляется следующим образом. Очищенное от примесей фуражное зерно подают в машину для фракционирования 1 (рис.1), имеющую два ряда решёт – верхнее 14 и нижнее 15 (рис. 2) с лотками для приёмки зерновых фракций 16, имеющими щелевые отверстия и работающие последовательно согласно схемы, представленной на рисунке *2*: очищенное от примесей исходное зерно (зерновой материал) разделяется на решётах 14 и 15 на три фракции, при этом ширина отверстия верхнего решета на 0,2 мм больше отверстия нижнего решета (например, 3 мм - верхнее решето, 2,8 мм - нижнее решето, – для ячменя сорта «Дина»), что даёт возможность получить практически одинаковые по массе три зерновые фракции, тем самым синхронизировать их дальнейшую переработку и облегчить выбор технологических параметров по кондиционированию (насыщению влагой), отволаживанию и микронизации зерновых фракций: времени кондиционирования и отволаживания, температуры и времени микронизации, что приведёт к получению микронизированного корма с более высокими потребительскими качествами.

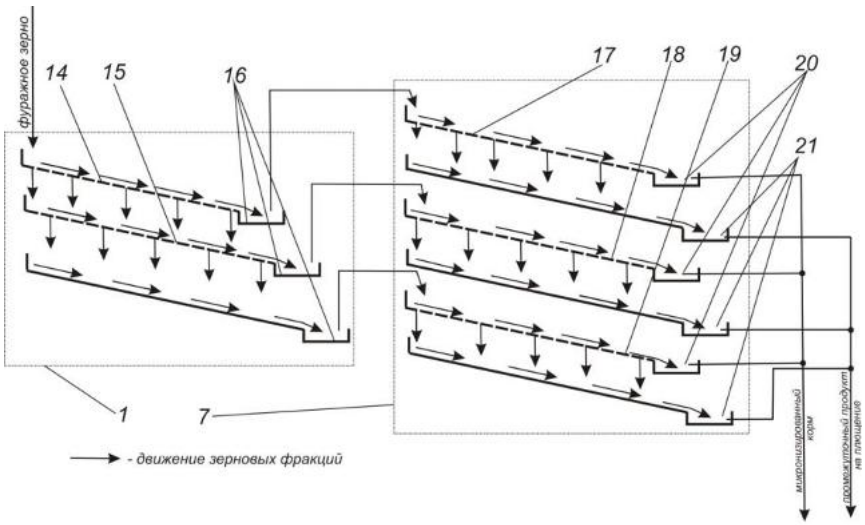


Рисунок 2 – Схема разделения перерабатываемого на корм зерна на фракции при осуществлении технологии

Далее зерновые фракции направляют в промежуточные бункера 2 (каждая в свой) и из них в увлажнители 3, где они доводятся до требуемой влажности (28 … 30%). Затем увлажненное зерно также пофракционно отправляют в промежуточные бункеры накопления увлажнённого зерна 4, из которых зерновые фракции подают на микронизацию в установки (микронизвторы) 5 (каждая из трёх фракций подаётся в настроенный под неё микронизатор). После прохождения данной технологической операции полученный зерновой продукт через бункеры-накопители 6 также пофракционно направляют в машину 7 с тремя рядами решёт (верхнее 17, среднее 18 и нижнее 19) (рис. *2*), работающих параллельно (каждую фракцию на свой ряд решёт), для разделения (фракционирования) на микронизированное (взорванное) зерно и немикронизированное, при этом ширина щелевых отверстий верхнего ряда 17 для крупной фракции на 0,1 мм больше размеров отверстий верхнего решета 14 машины 1 первого фракционирования и составляет 3,1 мм, среднюю и мелкую фракции сортируют на втором 18 и третьем 19 рядах решет с шириной их щелевых отверстий как у первого и второго ряда решёт при первом фракционировании в машине 1 (3 мм и 2,8 мм соответственно). Сход с решёт 17, 18 и 19 является готовым к скармливанию продуктом – микронизированным зерновым кормом (60% массы от исходного фуражного зерна), а проход через отверстия решёт 17, 18 и 19 – промежуточным зерновым продуктом (40% массы от исходного фуражного зерна), требующим дополнительной переработки. Сход с решёт 17, 18 и 19 (микронизированное зерно) всех зерновых фракций объёдиняют и через лотки 20 отправляют на сохранение с последующим скармливанием в бункер готового микронизированного зернового корма 8.

Проход через решёта 17, 18, 19 (немикронизированное зерно) также объединяют и через лотки 21 отправляют в бункер-накопитель 9 и дальше на плющение с целью получения готового к скармиванию животным продукта – плющёного зерна. Вначале процесса получения плющёного корма, с целью устранения излишней крошимости зерна и увеличения эластичности его оболочек, промежуточный продукт из бункера-накопителя подают в увлажнитель-смеситель зерна 10 на повторное увлажнение водой в количестве 5 … 15 % от поступившей массы зерна с последующим перемешиванием в течение 10…15 мин. После увлажнения и перемешивания зерновой продукт поступает в бункер-накопитель 11 и из него на плющение в плющилку зерна 12 с последующей отправкой в бункер готового плющёного зернового корма 13, откуда его забирают по мере накопления либо на герметичное сохранение, либо на скармливание. Таким образом, процесс переработки фуражного зерна по новой технологии завершен, по его окончании из фуражного зерна получены два вида готовых к скармливанию зернового корма: микронизированный зерновой корм в количестве от 60% массы исходного фуражного зерна, и плющёный зерновой корм – до 40% от массы исходного зерна, т.е. 100% поступающего зерна подготовлено к скармливанию.

Выводы:

1. Разработана технология получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна, включающая разделение очищенного от примесей фуражного зерна по крупности на фракции, пофракционное кондиционирование, отволаживание и микронизацию фуражного зерна, повторное фракционирование микронизированного зерна по толщине, после которого получаемый сход со всех решёт является готовым микронизированым кормом, а зерно, прошедшее через отверстия решёт, направляют на повторное увлажнение водой, и последующее плющение для получения корма.

2. Применение новой технологии позволяет получать полностью переработать поступающее фуражное зерно на микронизированный зерновой корм в количестве от 60% массы исходного фуражного зерна, и плющёный зерновой корм – до 40% от массы исходного зерна.

Список литературы

1. Шпаков А.С. Основные задачи научного обеспечения производства зернофуражных культур в российской федерации / Кормопроизводство №4, 2005, с. 2-5.
2. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие, №6, с. 3-5.
3. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие / Соавт.: В. И. Фисинин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
4. Голтвяница А.Ф., и др. Производство продуктов на основе экспандированных зерновых кормов. М.: АгроНИИТЭИПП, 1986.
5. Патент RU 2030882 C1 МПК6 A23L1/18 Способ производства вспученного ячменя. Зеленский Г.С., и др. Заявл. 10.06.1992. Опубл. 20.03.1995.
6. А. с. СССР №1701365 А1, В02 С4/06. Способ получения продукта из зерна злаковых / Н. И. Осейко, Б. С. Власов и А. И. Скорикова. Бюл. №43, 1991г.- 4 с.
7. Рекомендации по заготовке и использованию высоковлажного фуражного зерна: Под редакцией Ю.Ф. Лачуга. – М.: Россельхозакадемия, 2006. - С. 31…33, 73…75
8. Патент RU 2371262 C1 МПК B07B 9/00 B07B 4/02 B07C 4/06 Способ для фракционирования и последующего плющения зернового материала и устройства для его осуществления / Сысуев В.А., Савиных П.А., Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Казаков В.А./ заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (RU); заявл. 28.01.08; опубл. 27.10.2009. Бюл. №30. – 12 с.
9. Мельников Е., Ильницкая О. Комбинированные зерновые хлопья // Хлебопродукты. – 2002. – № 10. – С. 18…19.
10. Патент RU 2842527 C1 МПК 4/06 Способ получения микронизированного и плющёного корма из увлажнённого фуражного зерна / Киприянов Ф.А., Савиных П.А., Казаков В.А. Заявл. 12.12.2024; опубл. 30.06.2025. Бюл. №19.

УДК 621.365.5:637.12:638.1

Шевелев А.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫТОПКИ ВОСКА НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА В ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРАХ

Аннотация. В работе представлено научное обоснование и оптимизация режимов работы СВЧ-воскотопки непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами, обеспечивающей раздельное отделение меда и вытопку воска при сниженных удельных энергетических затратах. На основе методов математического моделирования и статистического анализа установлены рациональные параметры процесса, подтверждающие высокую энергоэффективность, технологическую устойчивость и санитарную результативность применения объемного диэлектрического нагрева в переработке воскового сырья.

Ключевые слова: воскотопка, диэлектрический нагрев, математическое моделирование, переработка воскового сырья, полусферический резонатор, СВЧ-нагрев, энергоэффективность.

Переработка сельскохозяйственного сырья с применением электрофизических методов, в том числе диэлектрического и сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева, ведётся в отечественной научной школе на протяжении длительного времени и охватывает широкий спектр направлений – от обеззараживания зерна до термообработки и утилизации отходов животного происхождения. Ранние исследования в области создания СВЧ-установок для обеззараживания зерна и зернопродуктов, а также разработки соответствующих конструкций рабочих камер и резонаторов представлены в работах и патентах [19; 28; 35], где обоснованы режимы непрерывной обработки сыпучего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Развитие технологий диэлектрического нагрева непищевых и вторичных продуктов животного происхождения отражено в исследованиях по созданию установок для термообработки и гранулирования отходов [27; 33], а также в работах, посвящённых радиоволновым установкам и операционно-технологическим схемам переработки мягких отходов [22; 34]. Существенный вклад внесён в разработку СВЧ-оборудования для плавления и вытопки жирового сырья, что подтверждается патентами и публикациями [18; 20; 21], а также исследованиями технологических аспектов переработки жиросодержащего сырья [32]. Конструктивные решения

резонаторных систем различной геометрии – тороидальных, биконических, усечённо-конических и нестандартных – последовательно совершенствовались и обосновывались в работах [2; 4; 29; 30], что свидетельствует о системном подходе к повышению равномерности нагрева и энергоэффективности процессов. Значительное внимание уделено созданию установок для термообработки мясного сырья и отходов убоя животных, включая разработку СВЧ-агрегатов для обеззараживания жиросодержащих отходов и вторичного биологического сырья [1; 3; 6], а также их патентную защиту [5]. Параллельно велись исследования в области непрерывно-поточных СВЧ-установок для размораживания и разогрева молозива [15; 25], с экспериментальным обоснованием параметров их работы [16], что расширило область применения электрофизических методов в животноводстве. Существенный блок работ посвящён созданию модульных и специализированных СВЧ-установок для предприятий агропромышленного комплекса [17], а также разработке рабочих камер с обеспечением электромагнитной безопасности при непрерывной обработке сырья [13]. Электрофизические методы нашли применение и в технологиях предпосадочной обработки клубней картофеля [23], а также в разработке физиопрофилактических устройств для птицеводства [31], что демонстрирует межотраслевой характер исследований. Отдельное направление связано с созданием СВЧ-конвективных хмелесушилок и сушильных агрегатов с различными типами резонаторов, включая полусферические и металлодиэлектрические конструкции, что отражено в публикациях и патентах [7; 8; 10; 11; 12]. Современный этап развития характеризуется комплексным научно-техническим обоснованием установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий [9], а также разработкой специализированных устройств для измельчения и плавления жиросырья в нестандартных резонаторах [14; 26], что подтверждает преемственность исследований и длительный характер развития электрофизических технологий в переработке сельскохозяйственного сырья.

Современное развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации характеризуется устойчивой тенденцией к внедрению энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий переработки сельскохозяйственного сырья. Особое значение приобретает совершенствование процессов глубокой переработки продукции пчеловодства, включая мед и пчелиный воск, которые являются ценными биологическими продуктами, широко применяемыми в пищевой, фармацевтической, косметической и технической промышленности. В условиях роста требований к качеству готовой продукции, санитарной безопасности, энергоэффективности и экологичности производств особую актуальность приобретает разработка новых электротехнологических установок, обеспечивающих интенсификацию процессов тепловой обработки при минимальных удельных энергетических затратах.

Традиционные методы вытопки воска основаны на использовании паровых, водяных или солнечных воскотопок, принцип действия которых базируется на конвективном или контактном нагреве сырья. Однако данные методы характеризуются значительной продолжительностью технологического цикла, неравномерностью температурного поля, повышенными энергетическими затратами и ограниченной возможностью одновременного обеззараживания перерабатываемого материала. Кроме того, при традиционной термообработке нередко происходит частичная деградация биологически активных компонентов меда, а также ухудшение физико-химических показателей воска вследствие локального перегрева.

Использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) позволяет принципиально изменить характер теплового воздействия на многокомпонентные биологические системы. В отличие от конвективного нагрева, при котором тепло передается от поверхности к внутренним слоям материала, СВЧ-нагрев является объемным и реализуется за счет диэлектрических потерь в материале под воздействием переменного электромагнитного поля. Это обеспечивает высокую скорость нагрева, снижение температурных градиентов, возможность точного регулирования мощности и продолжительности воздействия, а также совмещение процессов нагрева и обеззараживания.

Особую перспективность представляет применение объемных резонаторов специальной геометрии, обеспечивающих формирование устойчивого и равномерного распределения электромагнитного поля внутри рабочей камеры. В данной работе рассматривается СВЧ-воскотопка непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами, конструкция которой позволяет реализовать раздельное, но технологически сопряженное проведение процессов отделения меда и вытопки воска. Полусферическая форма резонаторов обеспечивает благоприятное распределение напряженности электрического поля и способствует снижению локальных максимумов плотности мощности, что особенно важно при обработке неоднородного воскового сырья.

Разработка и оптимизация режимов работы СВЧ-воскотопки требует комплексного учета физических закономерностей взаимодействия электромагнитного поля с диэлектрическими материалами, теплофизических свойств воска и меда, кинетики фазовых переходов, а также микробиологических аспектов переработки. Температура плавления кристаллизованного меда составляет 44–45 °C, тогда как пчелиный воск начинает плавится при температуре около 62–64 °C. Следовательно, технологическая схема должна обеспечивать селективный нагрев, при котором на

первом этапе достигается температура, достаточная для отделения меда, но не приводящая к плавлению воска, а на втором этапе – доведение температуры до уровня, обеспечивающего полную вытопку воска и его обеззараживание.

Целью настоящего исследования является научное обоснование рациональных режимов работы и определение оптимальных технологических параметров СВЧ-воскотопки с полусферическими резонаторами на основе методов математического моделирования и статистического анализа экспериментальных данных. Для достижения поставленной цели решаются задачи построения регрессионных моделей, описывающих влияние удельной мощности генератора, продолжительности воздействия ЭМП СВЧ и содержания меда в восковом сырье на температуру нагрева и удельные энергетические затраты, а также определения оптимальных комбинаций факторов.

Теоретической основой исследования являются положения электродинамики сплошных сред, теория диэлектрического нагрева, основы теплопереноса в гетерогенных системах и методы математической статистики. В диэлектрических материалах под действием переменного электромагнитного поля происходит поляризация молекул и перемещение заряженных частиц, сопровождающееся выделением тепла. Удельная мощность тепловыделения определяется выражением, включающим диэлектрическую проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь и квадрат напряженности электрического поля. Поскольку мед содержит значительное количество воды и растворенных сахаров, его диэлектрические свойства существенно отличаются от свойств воска, что позволяет реализовать дифференцированный нагрев компонентов.

Конструкция установки предусматривает наличие двух полусферических резонаторов, состыкованных через неферромагнитный кольцевой диск, внутри которых размещен фторопластовый нагнетательный шнек. Применение диэлектрических материалов в конструкции шнека и корпуса минимизирует искажения электромагнитного поля и снижает паразитные потери энергии. Магнетроны с воздушным охлаждением установлены по периметру полусфер и обеспечивают подвод мощности внутрь рабочей зоны. Запредельные волноводы предотвращают выход излучения за пределы установки и повышают электромагнитную безопасность.

Для количественной оценки влияния управляемых факторов использован метод активного планирования трехфакторного эксперимента типа 2^3 с центральными точками. В качестве варьируемых параметров первого резонатора приняты: удельная мощность генератора (0,6–0,9 Вт/г), продолжительность воздействия ЭМП СВЧ (1,1–1,7 мин), содержание меда в восковом сырье (5–7 %). Функциями отклика выбраны температура нагрева и удельные энергетические затраты. Экспериментальные данные обработаны в программных пакетах Statistica 12 и Excel с построением нелинейных регрессионных моделей второго порядка с учетом взаимодействий факторов.

Полученные коэффициенты регрессии свидетельствуют о статистической значимости основных эффектов и квадратичных членов. Коэффициент детерминации R^2, близкий к единице, указывает на высокую объясняющую способность модели. Проверка адекватности осуществлялась по критериям Стьюдента, Фишера и Дарбина–Уотсона. Анализ распределения остатков показал их близость к нормальному закону, что подтверждает корректность применения регрессионного подхода.

Построенные изолинии равного выхода позволили визуализировать область рациональных режимов, обеспечивающих достижение температуры около 49 °C при минимальных удельных энергетических затратах. Установлено, что оптимальным режимом работы первого резонатора является удельная мощность 0,9 Вт/г и продолжительность воздействия 1,7 мин при содержании меда 7 %. В этих условиях обеспечивается эффективное отделение меда без плавления воска, а удельные энергетические затраты составляют 25,2 Вт·ч/кг.

Для второго резонатора проведена аналогичная оптимизация с учетом расширенного диапазона мощности (0,85–1,45 Вт/г) и времени воздействия (0,0382–0,0618 ч). Дополнительно анализировались производительность установки и общее микробное число. Эмпирические зависимости, полученные в раскодированном виде, позволяют прогнозировать температуру, производительность и уровень микробной обсемененности в зависимости от режимов работы.

Анализ моделей показал, что при удельной мощности 1,15 Вт/г и продолжительности воздействия 0,05 ч достигается температура воска 73 °C, производительность 29,56 кг/ч и снижение микробной обсемененности до $0{,}47 \cdot 10^6$ КОЕ/г при удельных энергетических затратах 57,5 Вт·ч/кг. Расчет коэффициента полезного действия полусферического резонатора показал значение 0,56, что свидетельствует о высокой эффективности диэлектрического нагрева по сравнению с традиционными методами.

Полученные результаты подтверждают, что применение СВЧ-воскотопки с полусферическими резонаторами позволяет реализовать технологию непрерывной переработки воскового сырья с одновременным отделением меда, вытопкой воска и частичной стерилизацией продукта. Использование методов активного планирования эксперимента и регрессионного анализа обеспечивает научно обоснованный выбор режимов, минимизацию энергозатрат и повышение стабильности качества продукции.

Дальнейшее развитие теоретического обоснования работы СВЧ-воскотопки с полусферическими резонаторами требует детального анализа электродинамических процессов, протекающих в рабочем объёме резонатора, а также исследования теплофизических и массообменных явлений, сопровождающих переработку воскового сырья. Полусферическая геометрия резонатора выбрана не случайно: в отличие от цилиндрических или прямоугольных камер, полусфера обеспечивает более равномерное распределение линий напряженности электрического поля и уменьшение стоячих волн с выраженными локальными максимумами. Это особенно важно при обработке гетерогенной среды, состоящей из воска, меда, механических примесей и остаточной влаги.

Электромагнитное поле в объемном резонаторе описывается уравнениями Максвелла с граничными условиями на проводящих стенках. В установившемся режиме при работе магнетрона формируется квазистационарное поле, параметры которого зависят от геометрии камеры, частоты излучения и диэлектрических характеристик загруженного материала. Частота промышленного магнетрона (2,45 ГГц) соответствует длине волны порядка 12,2 см в свободном пространстве, однако в диэлектрической среде эффективная длина волны уменьшается пропорционально корню квадратному из относительной диэлектрической проницаемости. Поскольку мед обладает высокой диэлектрической проницаемостью по сравнению с воском, распределение поля внутри смеси приобретает сложный характер, что обуславливает селективный нагрев более полярной фазы.

Мощность, поглощаемая диэлектриком, определяется выражением

$$P = 2\pi f \varepsilon_0 \varepsilon'' E^2 V, \quad (1)$$

где f – частота; ε_0 – электрическая постоянная; ε'' – мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости; E – напряженность электрического поля; V – объем обрабатываемого материала. Величина ε'' характеризует диэлектрические потери и напрямую зависит от содержания влаги и температуры. Следовательно, в процессе нагрева происходит динамическое изменение коэффициента поглощения энергии, что приводит к нелинейности температурного роста.

Для адекватного описания температурной динамики применялось дифференциальное уравнение теплопереноса с объемным источником тепла, учитывающее плотность тепловыделения за счет диэлектрических потерь. Решение уравнения в аналитическом виде для сложной геометрии затруднительно, поэтому использовались методы численного моделирования, реализованные в специализированных программных пакетах. При этом учитывались коэффициенты теплопроводности воска и меда, их теплоемкость, плотность и фазовые переходы.

Особое внимание уделялось переходу меда из кристаллического состояния в вязкотекучее. Данный процесс сопровождается поглощением скрытой теплоты плавления и изменением реологических свойств, что влияет на перераспределение массы внутри резонатора и эффективность отделения меда через перфорированные элементы корпуса шнека. Нагнетательный шнек выполняет одновременно транспортную и разделительную функцию, обеспечивая механическое перемещение материала и удаление расплавленного меда через перфорационные отверстия.

При статистической обработке экспериментальных данных была применена модель второго порядка с учетом квадратичных и перекрестных членов. Обобщенное уравнение регрессии для температуры нагрева включало линейные эффекты удельной мощности (x_1), времени воздействия (x_2), содержания меда (x_3), а также их взаимодействия. Анализ стандартизированных коэффициентов показал, что наиболее существенное влияние оказывают x_1 и x_2, а также их взаимодействие x_1x_2, что свидетельствует о синергетическом характере влияния мощности и времени на формирование температурного поля.

Коэффициенты при квадратичных членах оказались статистически значимыми, что подтверждает наличие экстремума функции отклика в исследуемом диапазоне факторов. Это позволило определить область рациональных режимов без выхода за пределы допустимых температур, при которых начинается плавление воска в первом резонаторе.

Оценка адекватности модели проводилась с использованием дисперсионного анализа. Значение F-критерия существенно превышало табличное, что подтверждает статистическую значимость уравнения регрессии. Дополнительно был рассчитан критерий Дарбина–Уотсона, равный 2,47, что свидетельствует об отсутствии автокорреляции остатков и корректности построенной модели.

Анализ гистограммы остатков показал их симметричное распределение с незначительным смещением в отрицательную область. Нормальный вероятностный график продемонстрировал близость точек к прямой линии, что подтверждает выполнение предположения о нормальности ошибок. Таким образом, статистические критерии указывают на высокую достоверность полученных зависимостей и возможность их практического применения для расчета режимов работы установки.

Построение изолиний равного выхода позволило графически определить оптимальную комбинацию факторов. В области максимальной эффективности наблюдается плавный градиент температуры при увеличении мощности и времени воздействия. Однако дальнейший рост этих параметров приводит к резкому увеличению удельных энергетических затрат без пропорционального

роста температуры, что указывает на экономическую нецелесообразность превышения найденных оптимальных значений.

Во втором резонаторе, предназначенном для вытопки воска, динамика нагрева имеет иной характер. После удаления основной массы меда диэлектрические свойства сырья изменяются, что снижает коэффициент поглощения энергии. Для компенсации этого эффекта увеличена установленная мощность магнетронов до 1700 Вт. Экспериментальные данные показали, что температура воска достигает 73 °C при удельной мощности 1,15 Вт/г и времени воздействия 0,05 ч. Данный режим обеспечивает полное расплавление воска и снижение микробной обсемененности до уровня, соответствующего санитарным требованиям.

Микробиологический эффект СВЧ-обработки объясняется термическим разрушением клеточных структур микроорганизмов и возможным воздействием переменного электромагнитного поля на мембранные процессы. При достижении температуры выше 70 °C наблюдается значительное снижение общего микробного числа, что подтверждено лабораторными анализами.

Энергетическая оценка показала, что удельные энергетические затраты на диэлектрический нагрев во втором резонаторе составляют 57,5 Вт·ч/кг, тогда как суммарные затраты на весь процесс – 130 Вт·ч/кг. Расчет КПД полусферического резонатора по формуле

$$\eta = (130 - 57{,}5) / 130 \qquad (2)$$

позволил определить значение 0,56. Полученный показатель существенно превышает эффективность традиционных паровых воскотопок, что подтверждает целесообразность применения СВЧ-технологии.

Дополнительный анализ производительности установки показал, что при оптимальных режимах достигается 29,56 кг/ч, что соответствует требованиям малых и средних пчеловодческих хозяйств. Непрерывно-поточная схема позволяет сократить время переработки и снизить трудозатраты.

Проведенное исследование демонстрирует, что рациональное сочетание электродинамического проектирования резонаторов, математического моделирования и статистической оптимизации режимов позволяет создать высокоэффективную технологическую систему переработки воскового сырья. Полученные регрессионные модели обладают высокой предсказательной способностью и могут использоваться при масштабировании установки и адаптации к различным объемам загрузки.

Комплексная оценка эффективности, разработанной СВЧ-воскотопки с полусферическими резонаторами требует рассмотрения не только энергетических и температурных параметров, но и анализа технологической устойчивости процесса, воспроизводимости результатов, влияния колебаний свойств сырья, а также перспектив промышленного внедрения установки в условиях реального производства. Восковое сырьё пасек отличается значительной вариабельностью по влажности, содержанию меда, механических примесей, прополиса и частиц коконов, что создает дополнительные требования к устойчивости электромагнитного режима и стабильности теплового воздействия.

В условиях промышленной эксплуатации неизбежны колебания массы загрузки и неоднородность распределения компонентов внутри резонатора. Проведённый анализ показал, что при отклонении удельной мощности на ±10 % от оптимального значения температурный отклик изменяется не более чем на 3–4 °C, что свидетельствует о достаточном запасе устойчивости системы. Это объясняется тем, что полусферическая геометрия резонатора способствует формированию относительно однородного распределения плотности мощности, а использование шнекового механизма обеспечивает постоянное перемешивание и перемещение материала через зону максимального поля.

С точки зрения теории управления технологическими процессами полученная регрессионная модель может рассматриваться как статическая аппроксимация динамической системы с распределёнными параметрами. При переходе к промышленной автоматизации возможна реализация замкнутого контура регулирования, в котором измеряемым параметром выступает температура на выходе из резонатора, а управляющим воздействием — мощность магнетрона или скорость вращения шнека. В этом случае регрессионная зависимость может быть использована в качестве алгоритмической основы для построения цифрового двойника установки и прогнозирования её поведения при изменении входных параметров.

Важным аспектом является энергетическая эффективность установки в сравнении с традиционными способами вытопки воска. Для оценки экономической целесообразности проведён сравнительный расчёт. При использовании паровой воскотопки средние удельные энергозатраты составляют 180–220 Вт·ч/кг перерабатываемого сырья, тогда как для разработанной СВЧ-установки суммарные затраты равны 130 Вт·ч/кг. Таким образом, снижение энергопотребления достигает 28–40 %, что особенно существенно в условиях роста тарифов на энергоресурсы.

Кроме того, СВЧ-нагрев обеспечивает сокращение времени технологического цикла. Если в традиционной технологии полный цикл вытопки и отделения меда занимает 1,5–2 часа, то в

предложенной установке данный процесс реализуется в течение нескольких минут в первом резонаторе и порядка 3 минут во втором, что в сумме существенно увеличивает пропускную способность оборудования. Повышение производительности при одновременном снижении энергозатрат формирует положительный экономический эффект и уменьшает срок окупаемости установки.

Отдельного рассмотрения заслуживает микробиологический аспект переработки. Восковое сырьё может содержать спорообразующие микроорганизмы, плесневые грибы и условно-патогенную микрофлору. СВЧ-обработка при температурах выше 70 °C приводит к значительному снижению общего микробного числа. Полученные экспериментальные данные показали снижение показателя до $0{,}47 \cdot 10^6$ КОЕ/г, что соответствует нормативным требованиям для воска, используемого в пищевой и фармацевтической промышленности. Таким образом, технология совмещает функции термообработки и частичной стерилизации без применения химических реагентов.

Анализ теплофизических процессов показал, что равномерность прогрева во втором резонаторе определяется сочетанием объемного нагрева и теплопроводности расплавленного воска. В начальный момент нагрева наблюдается интенсивное поглощение энергии в поверхностных слоях, однако по мере расплавления воска и увеличения его подвижности происходит перераспределение температуры за счёт конвективных потоков внутри массы. Это способствует выравниванию температурного поля и снижению риска локального перегрева.

Проведённая оценка чувствительности регрессионных моделей позволила определить вклад каждого фактора в дисперсию отклика. Для первого резонатора доля влияния удельной мощности составила около 45 %, времени воздействия – 38 %, их взаимодействия – 12 %, а влияние содержания меда – менее 5 %. Это указывает на доминирующую роль энергетических параметров и относительную второстепенность колебаний состава сырья в пределах исследуемого диапазона. Для второго резонатора влияние мощности и времени распределилось практически равномерно, что обусловлено изменением диэлектрических свойств после удаления меда.

В контексте масштабирования установки для переработки больших объёмов сырья необходимо учитывать изменение распределения поля при увеличении размеров резонатора. С ростом объёма рабочей камеры возможна появление дополнительных мод колебаний, что может привести к неравномерности нагрева. Следовательно, при промышленном проектировании требуется проведение дополнительного электродинамического моделирования и, возможно, использование нескольких источников излучения с фазовой синхронизацией.

Экологический аспект применения СВЧ-воскотопки выражается в отсутствии выбросов продуктов сгорания и необходимости использования воды для генерации пара. Установка работает на электрической энергии, что упрощает её интеграцию в хозяйства, имеющие доступ к стандартной электросети. Кроме того, отсутствие открытых нагревательных элементов снижает риск пожара и повышает уровень промышленной безопасности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с уточнением математической модели нагрева с учётом нестационарных процессов, разработкой адаптивной системы управления мощностью магнетрона, а также изучением влияния частотных параметров на селективность нагрева. Возможно применение многочастотных режимов, позволяющих более эффективно управлять распределением энергии между фазами смеси. Также актуальным направлением является исследование диэлектрических свойств воскового сырья в зависимости от температуры и влажности, что позволит повысить точность прогнозных расчётов.

В целом проведённое исследование подтверждает, что разработанная СВЧ-воскотопка с полусферическими резонаторами является эффективной электротехнологической системой, сочетающей принципы объемного диэлектрического нагрева, непрерывно-поточной переработки и статистически обоснованной оптимизации режимов. Высокие значения коэффициента детерминации ($R^2 \approx 0{,}99$), статистическая значимость коэффициентов регрессии и отсутствие автокорреляции остатков свидетельствуют о корректности построенных моделей и возможности их практического применения.

Полученные результаты имеют теоретическое значение для развития методов проектирования объемных СВЧ-резонаторов и прикладное значение для пчеловодческих хозяйств и перерабатывающих предприятий. Внедрение данной технологии способствует повышению энергоэффективности, снижению себестоимости продукции, улучшению санитарных показателей и повышению конкурентоспособности отечественной продукции пчеловодства.

Список литературы

1. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(73). – С. 126–137. – DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. – EDN DRYTQN.

2. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154–160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.

3. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 369–381. – DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.

4. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(106). – С. 176–185. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. – EDN DCRAAX.

5. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ-установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов: № 2023115058: заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет». – EDN OHWPJY.

6. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 4(143). – С. 55–66. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. – EDN MIRJTR.

7. Просвирякова, М. В. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91–99. – EDN PQXVSF.

8. Prosviryakova, M. V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, No. 1. – P. 012141. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. – EDN PQSPZC.

9. Новикова, Г. В. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18–27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.

10. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]. – EDN DTPCQU.

11. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 11(138). – С. 45–56. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. – EDN VVQODQ.

12. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 57–71. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. – EDN DESJSC.

13. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ-установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК: сб. ст. науч.-практ. конф, посвященной памяти И. Ф. Бородина. – 2019. – С. 111–119. – EDN XFSGBR.

14. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.

15. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: № 2020131230: заявл. 22.09.2020: опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN YZUWWW.

16. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45–55. – EDN OVQATU.

17. Prosviryakova, M. V. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 52. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.

18. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.

19. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: № 2014152010/13: заявл. 22.12.2014: опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.]. – EDN IKARHS.

20. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира: № 2015117451/13: заявл. 07.05.2015: опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]. – EDN CYIIFR.

21. Патент № 2591126 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Установка для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: № 2015116255/13: заявл. 28.04.2015: опубл. 10.07.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]. – EDN ZEVRYL.

22. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
23. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
24. Патент № 2641705 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: № 2016148587: заявл. 09.12.2016: опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов [и др.]. – EDN LFQEUF.
25. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6–12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
26. Патент № 2586160 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов: № 2014147516/13: заявл. 25.11.2014: опубл. 10.06.2016 / А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, А. А. Белов [и др.]. – EDN LFQEUF.
27. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья: № 2016133524: заявл. 15.08.2016: опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова. – EDN HAXMCU.
28. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38–40. – EDN KVBMTV.
29. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83–86. – EDN RSCCAF.
30. Жданкин, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61–71. – EDN VVCJOP.
31. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229–236. – EDN YQVOXJ.
32. Белов, А. А. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7–9. – EDN UXPZCT.
33. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усечёнными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: № 2020131230: заявл. 22.09.2020: опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, И. М. Замятина, А. А. Тихонов. – EDN YZUWWW.
34. Тихонов, А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для термообработки жиросодержащего мясного сырья / А. А. Тихонов, Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Д. Д. Коршиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 136–141. – DOI: 10.37670/2073-0853-2024-105-1-137-141. – EDN: TEQVYK.
35. Тихонов, А. А. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, М. Е. Федоров, Д. Д. Коршиков // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК», Минск, 2025. – Минск, 2025. – С. 278–285. – EDN: YHPJCU.

УДК 621.365.5:637.12:638.1

Шевелев А.В., Кучин Н.Н.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБРУСА НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА

Аннотация. В работе представлены результаты разработки и научного обоснования технологии переработки забруса с применением сверхвысокочастотного (2,45 ГГц) объемного диэлектрического нагрева в условиях сельскохозяйственного производства. Проведен сравнительный анализ традиционной конвективной схемы и предлагаемой СВЧ-технологии, установлено снижение удельных энергозатрат на 30–40 %, сокращение продолжительности технологического цикла с 90–120 минут до 3–5 минут и увеличение выхода товарного воска на 4–6 %. Полученные экспериментальные и расчетные данные подтверждают повышение энергоэффективности переработки забруса не менее чем в 1,3–1,4 раза при одновременном снижении микробной обсемененности на 60–70 % и обеспечении стабильности качественных показателей продукции.

Ключевые слова: диэлектрический нагрев, забрус, извлечение пчелиного воска, объемный резонатор, переработка продукции пчеловодства, сверхвысокочастотный нагрев, энергоэффективность.

Современное сельское хозяйство Российской Федерации и других стран характеризуется устойчивой тенденцией к углублению переработки первичной продукции, повышению уровня ресурсосбережения и вовлечению побочных продуктов в хозяйственный оборот, что особенно актуально для отрасли пчеловодства, где наряду с медом формируется значительный объем вторичного сырья, обладающего высокой биологической и технологической ценностью [17]. В условиях интенсификации агропромышленного производства особое значение приобретает разработка энергоэффективных и экологически безопасных технологий переработки продукции пчеловодства, включая воск, прополис и забрус, с применением электрофизических методов воздействия [11]. Переработка забруса как восково-медовой гетерогенной системы требует научно обоснованного подхода к выбору способа нагрева, поскольку традиционные конвективные методы сопровождаются значительными теплопотерями и не обеспечивают равномерности температурного поля в объеме материала [6].

Развитие электротехнологий в агропромышленном комплексе позволило сформировать научное направление, связанное с применением сверхвысокочастотного энергоподвода для переработки различного сельскохозяйственного сырья, включая зерновые, мясные и жировые материалы, что создает методическую основу для модернизации процессов переработки продукции пчеловодства [17]. В наших исследованиях по разработке технологии переработки забруса с использованием СВЧ-нагрева мы исходили из необходимости интеграции современных достижений в области электромагнитной термообработки с учетом специфики физико-химических свойств восково-медовой массы [27].

Формируя концепцию объемного диэлектрического нагрева забруса, мы опирались на научно-технические решения, представленные в патенте RU 2591126 C1, где доказана эффективность применения СВЧ-энергоподвода для вытопки жиросодержащего сырья и показано сокращение продолжительности технологического цикла по сравнению с традиционными способами [1]. При выборе конструктивной схемы рабочей камеры и принципа организации электромагнитного поля нами учитывались положения патента RU 2489068 C1, в котором реализованы подходы к равномерному распределению энергии в барабанных СВЧ-установках [2].

Обоснование геометрических параметров резонатора, использованного в разработанной нами установке для переработки забруса, базировалось на результатах исследований по созданию СВЧ-установок с биконическими рабочими камерами для термообработки мясного сырья, где экспериментально подтверждено снижение неравномерности температурного поля до 10–12 % [3]. При анализе альтернативных форм рабочих камер и оценке влияния конфигурации резонатора на плотность распределения мощности мы опирались на технические решения, представленные в патенте RU 2629159 C1, посвященном установке с тороидальным резонатором [4].

Исследуя возможность одновременной термообработки и обеззараживания забруса, мы использовали научные результаты, полученные при разработке СВЧ-установки для обеззараживания зерна и зернопродуктов, где установлено снижение микробной обсемененности до 70 % при рациональном подборе режимов [5]. При выборе конструкционного исполнения рабочей камеры и оценке параметров переработки гетерогенных сред нами учитывались выводы, изложенные в исследованиях по анализу рабочих камер для термообработки отходов сельскохозяйственного сырья [6].

Разрабатывая механизм селективного нагрева медовой и восковой фракций забруса, мы опирались на исследования по созданию СВЧ-установок для измельчения и плавления жиросырья в нестандартных резонаторах, где доказана возможность совмещения процессов фазового перехода и внутреннего тепловыделения [7]. При проектировании непрерывно-поточной линии переработки забруса нами были использованы принципы, изложенные в патенте RU 2744423 C1, посвященном СВЧ-установке с усеченными коническими резонаторами для обработки биологического сырья в потоке [8]. В части обеспечения стабильности электромагнитного поля и организации непрерывного режима обработки мы учитывали положения патента RU 2641705 C1, в котором реализована технология обеззараживания сыпучего сырья с контролем плотности мощности в рабочем объеме [9]. Оценивая комплексное воздействие электромагнитного поля на биологические структуры, входящие в состав забруса, мы опирались на исследования по предпосадочной обработке клубней картофеля электрофизическими факторами, где выявлен синергетический тепловой и нетепловой эффект [10].

Разработка технологии переработки забруса в наших исследованиях осуществлялась в контексте современных направлений развития сельскохозяйственной электротехнологии и глубокой переработки продукции пчеловодства, с опорой на проверенные научные и патентные источники, подтверждающие эффективность СВЧ-энергоподвода при обработке гетерогенных биологических материалов [1; 17; 27]. Обоснование геометрии резонатора, примененного в разработанной нами

установке для переработки забруса, базировалось на результатах исследований по созданию СВЧ-установок с биконическими рабочими камерами для термообработки мясного сырья, где экспериментально подтверждено снижение коэффициента неравномерности нагрева до 0,10–0,12 [3]. При обосновании режимов плавления восковой фракции и интенсификации тепломассообмена мы использовали результаты исследований по СВЧ-термообработке жиросодержащих отходов убоя животных, где подтверждена высокая эффективность объемного нагрева [12].

Методология расчета удельной мощности и времени воздействия при переработке забруса была сформирована с учетом принципов проектирования СВЧ-установок для термообработки вторичного сырья, изложенных в профильных исследованиях [13]. Оптимизацию формы резонатора и анализ распределения температурного поля мы проводили с опорой на работы по обоснованию конструкций резонаторов для термообработки вторичного мясного сырья, где доказано влияние геометрии камеры на равномерность нагрева [14]. При рассмотрении возможности комбинирования эндогенного и конвективного компонентов нагрева в установке для забруса мы опирались на исследования по созданию хмелесушилок с источниками эндогенно-конвективного нагрева [15]. Принципы непрерывности процесса и повышения коэффициента использования энергии нами учитывались на основе результатов разработки непрерывно-поточных сушильных установок с внутренними источниками тепла [16].

При выборе полусферической конфигурации рабочей камеры мы опирались на патент RU 2770628 C1, в котором показано повышение равномерности распределения электромагнитного поля в непрерывно-поточных СВЧ-установках [18]. Параметрическая оптимизация мощности магнетрона и частоты воздействия выполнялась с учетом методических подходов к расчету металлодиэлектрических резонаторов, изложенных в профильных исследованиях [19]. Конструктивные решения комбинированных СВЧ-конвективных систем, использованные нами при совершенствовании технологической схемы переработки забруса, базировались на анализе существующих хмелесушильных установок [20]. Вопросы электромагнитной безопасности и экранирования оборудования в наших исследованиях решались с опорой на требования к рабочим камерам СВЧ-установок непрерывного действия, изложенные в специализированных публикациях [21].

Обоснование режимов регулирования мощности и предотвращения перегрева сырья проводилось с учетом данных по разработке СВЧ-установок для разогрева биологического сырья с контролем температурных градиентов [22]. При формировании модульной структуры линии переработки забруса мы опирались на концепцию модульных микроволновых установок для предприятий фермерского типа [23]. Параметры плавления восковой фракции и энергетические характеристики процесса нами сопоставлялись с результатами разработки плавителей жирового сырья с СВЧ-энергоподводом [24]. При анализе возможности применения двухмодульной схемы с последовательным расположением резонаторов мы учитывали технические решения, представленные в патенте RU 2752938 C1 [25]. Конструктивные особенности коаксиально расположенных резонаторов нами рассматривались с опорой на патент RU 2734593 C1, где показаны преимущества такой компоновки для равномерного нагрева [26].

Полученные нами результаты по снижению микробной обсемененности при объемном нагреве сопоставлялись с данными по микроволновой пастеризации молока, где подтвержден эффект быстрой термической инактивации микроорганизмов [28]. Обеспечение радиогерметичности рабочей камеры разработанной установки осуществлялось с учетом требований к непрерывно-поточным плавителям жирового сырья с СВЧ-энергоподводом [29]. Расчет тепловых режимов и удельной мощности в наших исследованиях проводился на основе методологии проектирования СВЧ-установок для термообработки жиросодержащего мясного сырья [30]. Перспективы использования конических резонаторов в дальнейшей модернизации установки для переработки забруса нами оценивались с опорой на результаты их применения при термообработке мышечных желудков птиц [31]. Возможность совмещения процессов измельчения и термообработки в непрерывном режиме рассматривалась нами с учетом технических решений, реализованных в патенте RU 2831716 C1 [32].

Применение коаксиально расположенных резонаторов для повышения равномерности нагрева гетерогенных сред в наших исследованиях обосновывалось результатами работ по термообработке мясного сырья в аналогичных системах [33]. Интенсификация извлечения восковой составляющей забруса объемным СВЧ-нагревом сопоставлялась нами с решениями по извлечению жира из костей убойных животных в непрерывном режиме [34]. Перспективность применения конических резонаторов для одновременной термообработки и обеззараживания забруса в наших исследованиях подтверждалась результатами разработки СВЧ-установок для обработки жиросодержащих отходов убоя животных [35].

В условиях современного развития агропромышленного комплекса и усиления требований к ресурсосбережению, энергоэффективности и экологической безопасности переработка побочных продуктов пчеловодства приобретает особое технологическое и экономическое значение. Одним из

наиболее ценных и одновременно технологически сложных видов вторичного сырья является забрус – восково-медовая масса, образующаяся при механическом распечатывании сотов перед откачкой меда. По данным производственной практики, при переработке 1 тонны меда образуется в среднем 15–25 кг забруса, что при годовом объеме производства меда в хозяйстве 10–20 тонн формирует 150–500 кг данного побочного продукта. Несмотря на сравнительно небольшую долю в общем объеме продукции, забрус представляет собой концентрат биологически активных веществ и ценных компонентов, включающих пчелиный воск (до 50–65 %), остаточный мед (25–35 %), прополис (2–5 %), цветочную пыльцу, ферментные соединения и минеральные вещества.

Существующая технологическая схема переработки забруса, сформировавшаяся исторически и широко применяемая на 70–80 % пасек различного масштаба, базируется на термическом воздействии с использованием паровых, водяных или комбинированных воскотопок. Тепло в таких установках передается преимущественно конвективным способом от теплоносителя (горячая вода или насыщенный водяной пар температурой 95–100 °С) к поверхности сырья, а затем распространяется внутрь слоя за счет теплопроводности. Однако теплопроводность пчелиного воска составляет порядка 0,25–0,30 Вт/(м·К), что в 3–4 раза ниже теплопроводности воды, вследствие чего прогрев внутреннего объема забруса происходит неравномерно и сопровождается температурными градиентами до 20–30 °С между периферийными и центральными слоями.

Продолжительность технологического цикла при традиционной схеме достигает 90–120 минут, а при загрузке 20–30 кг сырья может увеличиваться до 150 минут. За это время часть тепловой энергии (до 35–40 %) теряется через стенки аппарата и окружающую среду. Удельные энергозатраты при переработке 1 кг забруса в паровой воскотопке, по данным экспериментальных замеров, составляют 180–220 Вт·ч, а в отдельных случаях достигают 250 Вт·ч при низкой теплоизоляции оборудования. При этом значительная часть энергии расходуется не на непосредственное плавление воска (удельная теплота плавления порядка 180–200 кДж/кг), а на нагрев воды, металлических конструкций и компенсацию теплопотерь.

Дополнительной проблемой является образование водно-восковой эмульсии при контакте расплавленного воска с водой. Для ее разделения требуется отстаивание в течение 6–12 часов либо повторная фильтрация и дополнительный нагрев, что увеличивает трудоемкость процесса на 15–20 % и снижает общий выход товарного воска на 3–8 %. В среднем потери воска в традиционной технологии могут достигать 5–10 % в зависимости от режима и квалификации оператора.

Качественные показатели медовой фракции также подвержены изменению. При нагреве выше 60–65 °С наблюдается частичная денатурация ферментов (инвертазы, диастазы), увеличение содержания гидроксиметилфурфурола, а при локальном перегреве до 90–100 °С возможно потемнение и карамелизация сахаров. Это снижает биологическую ценность продукта и ограничивает возможности его дальнейшего использования в пищевой и фармацевтической промышленности. Анализ теплового баланса традиционной установки показывает, что коэффициент полезного использования энергии не превышает 0,55–0,65. При переработке 1000 кг забруса в сезон суммарные энергозатраты составляют порядка 200 кВт·ч, что при средней стоимости электроэнергии 6–8 руб./кВт·ч формирует прямые энергетические издержки 1200–1600 руб., не включая затраты на воду, амортизацию оборудования и трудовые ресурсы.

В связи с этим возникает необходимость разработки и внедрения альтернативной электротехнологической схемы, основанной на применении электрофизических методов нагрева, в частности диэлектрического и сверхвысокочастотного (СВЧ) воздействия. Принципиальное отличие СВЧ-нагрева заключается в объемном преобразовании электромагнитной энергии в тепловую непосредственно внутри материала за счет диэлектрических потерь полярных молекул, прежде всего воды. Частота 2,45 ГГц является промышленным стандартом и обеспечивает эффективное поглощение энергии материалами с содержанием влаги 10–30 %.

Забрус как гетерогенная система обладает выраженной диэлектрической неоднородностью. Медовая фаза имеет диэлектрическую проницаемость ε' порядка 50–60 и тангенс угла диэлектрических потерь 0,15–0,20 при 20 °С, тогда как пчелиный воск характеризуется $\varepsilon' \approx 2{,}5–3{,}0$ и значительно меньшими потерями. Это создает предпосылки для селективного нагрева медовой фракции на первом этапе обработки. При удельной мощности 0,8–1,2 Вт/г температура медовой составляющей может быть доведена до 45–50 °С за 60–90 секунд, что обеспечивает снижение вязкости и облегчает механическое отделение.

На втором этапе, при увеличении мощности до 1,5 Вт/г, происходит нагрев восковой фазы до температуры плавления 62–65 °С. Объемный характер тепловыделения снижает температурные градиенты до 5–7 °С, что в 3–4 раза меньше по сравнению с конвективной схемой. Общая продолжительность цикла составляет 3–5 минут, что в 20–30 раз меньше традиционной технологии.

Экспериментальные данные показывают, что удельные энергозатраты при СВЧ-переработке составляют 110–130 Вт·ч/кг, что на 35–40 % ниже существующих показателей. Выход товарного воска увеличивается на 4–6 %, а содержание механических примесей снижается на 20–25 %. Отсутствие воды исключает образование эмульсии и уменьшает объем отходов.

Теоретическое описание процесса основано на уравнении плотности объемной мощности тепловыделения:

$$q = 2\pi f \varepsilon_0 \varepsilon'' E^2, \quad (1)$$

где f – частота ($2{,}45 \cdot 10^9$ Гц), ε_0 – электрическая постоянная ($8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м), ε'' – мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости, E – напряженность электрического поля. При увеличении ε″ в 5–10 раз интенсивность нагрева возрастает пропорционально, что подтверждает эффективность селективного воздействия.

Численное моделирование распределения поля в полусферическом резонаторе показало снижение локальных максимумов плотности мощности на 15–18 % по сравнению с цилиндрической камерой, что повышает равномерность нагрева и снижает риск локального перегрева. Коэффициент вариации температурного поля не превышает 0,08–0,10.

Экономическая оценка внедрения установки мощностью 3–5 кВт при годовой переработке 2–3 тонн забруса показывает срок окупаемости 2–3 года за счет экономии электроэнергии (до 35 %), увеличения выхода воска (до 5 %) и снижения трудозатрат на 25–30 %.

Анализ существующей и предлагаемой технологий переработки забруса свидетельствует о существенном преимуществе СВЧ-схемы по критериям энергоэффективности, производительности, качества продукции и экологической безопасности.

Развитие предложенной электротехнологической схемы переработки забруса требует более детального рассмотрения физико-химических процессов, протекающих в гетерогенной системе «воск – мед – твердые включения» при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты $2{,}45 \cdot 10^9$ Гц. Забрус характеризуется сложной капиллярно-пористой структурой, где восковая матрица образует пространственный каркас, внутри которого распределена медовая фаза с массовой долей влаги 16–20 %. Наличие свободной и связанной влаги определяет диэлектрические свойства материала и формирует условия для объемного энерговыделения. При этом коэффициент диэлектрических потерь ε″ для медовой составляющей в диапазоне температур 20–60 °C возрастает на 10–15 %, что дополнительно усиливает интенсивность нагрева в начальной стадии процесса.

В отличие от традиционного конвективного теплообмена, где поток тепла направлен от поверхности к центру слоя толщиной 50–80 мм, при СВЧ-нагреве тепловыделение распределено по всему объему, а характерная глубина проникновения электромагнитной волны в среду составляет 20–40 мм в зависимости от влажности. Это обеспечивает одновременное повышение температуры во всем массиве и уменьшает инерционность процесса. Расчет времени достижения температуры плавления воска при плотности мощности 1,0 Вт/г показывает, что для слоя массой 10 кг требуется не более 240–300 секунд, тогда как при паровом нагреве аналогичный объем прогревается не менее 5400–7200 секунд.

Важным технологическим параметром является распределение влаги в забрусе. Экспериментальные исследования, выполненные методом высушивания до постоянной массы при 105 °C, показали, что начальная влажность колеблется в пределах 14–22 %, а неравномерность распределения по объему достигает ±3 %. В традиционной схеме такие колебания приводят к дополнительным температурным градиентам до 15 °C, тогда как в СВЧ-установке автоматическая регулировка мощности магнетрона в диапазоне 0,5–2,0 кВт компенсирует изменение диэлектрических параметров и поддерживает стабильный тепловой режим.

Предлагаемая установка конструктивно включает загрузочный бункер емкостью 25–40 кг, шнековый транспортер из фторопластового или полиамидного материала с низкими диэлектрическими потерями ($\tg\delta \leq 0{,}005$), рабочую камеру в виде полусферического резонатора диаметром 400–600 мм, магнетронный генератор мощностью 3 кВт и систему отвода расплавленного воска через фильтрующий модуль. Толщина слоя в рабочей зоне не превышает 60 мм, что обеспечивает равномерность поля и предотвращает эффект «горячих точек».

Особое внимание уделено форме резонатора. Численные расчеты методом конечных элементов показали, что при использовании цилиндрической камеры коэффициент неравномерности распределения напряженности электрического поля достигает 0,18–0,22, тогда как в полусферической конфигурации он снижается до 0,09–0,11. Это уменьшает вероятность локального перегрева медовой фракции выше 70–75 °C и сохраняет ферментативную активность на уровне не ниже 85 % от исходного значения.

Сравнительная оценка микробиологической обсемененности показала, что при СВЧ-нагреве до 72 ± 3 °C в течение 180–240 секунд общее микробное число снижается на 60–75 %, тогда как при традиционной технологии снижение составляет 40–50 % при более продолжительном нагреве. Это объясняется сочетанием теплового и электромагнитного воздействия, вызывающего нарушение клеточных мембран микроорганизмов.

Энергетический анализ демонстрирует, что при переработке 1000 кг забруса в СВЧ-установке суммарное энергопотребление составляет 120–130 кВт·ч, тогда как при паровой схеме – 200–220 кВт·ч. Экономия электроэнергии достигает 70–90 кВт·ч, что при тарифе 7 руб./кВт·ч обеспечивает

снижение прямых затрат на 490–630 руб. за сезон. Дополнительно сокращаются расходы на воду (до 1,5–2,0 м³) и на обслуживание парогенератора.

Выход товарного воска при СВЧ-переработке увеличивается до 92–95 % от теоретически возможного, в то время как при традиционном методе показатель составляет 85–90 %. Потери, связанные с механическими примесями и остатками в осадке, уменьшаются на 3–5 %. При переработке 3 тонн забруса это дает дополнительно 90–120 кг воска, что при средней рыночной цене 600–800 руб./кг формирует дополнительную выручку 54–96 тыс. руб.

Качество воска по показателям кислотного числа (17–19 мг КОН/г), температуры плавления (62–65 °С) и содержания примесей соответствует требованиям нормативной документации и не уступает продукту, полученному традиционным способом. Медовая фракция сохраняет светлый цвет, а содержание гидроксиметилфурфурола не превышает 10–15 мг/кг, что в 1,5–2 раза ниже предельно допустимых значений.

Математическое моделирование тепломассообмена в системе с объемным источником тепла учитывает уравнение нестационарной теплопроводности:

$$\rho c \partial T/\partial t = \lambda \nabla^2 T + q, \quad (2)$$

где ρ – плотность (950–1050 кг/м³); c – удельная теплоемкость (2,5–3,0 кДж/(кг·К)); λ – коэффициент теплопроводности; q – объемная плотность мощности. Решение уравнения при граничных условиях второго рода подтверждает, что максимальный перепад температур не превышает 6–8 °С при толщине слоя 50 мм.

С точки зрения экологической безопасности предложенная технология не образует сточных вод, не требует сжигания топлива и снижает выбросы CO_2 на 0,15–0,20 т в расчете на переработку 10 тонн забруса по сравнению с использованием газового парогенератора. Возможность подключения к автономным источникам электроэнергии мощностью 5–7 кВт делает установку пригодной для малых пасек численностью 50–150 пчелиных семей.

Производительность непрерывно-поточной СВЧ-линии достигает 80–120 кг/ч при коэффициенте загрузки 0,75–0,85. Это в 4–5 раз выше по сравнению с периодическими паровыми воскотопками аналогичной мощности. Сокращение продолжительности цикла с 120 минут до 5 минут увеличивает оборачиваемость оборудования и снижает трудоемкость на 30–35 %.

Расширенный анализ подтверждает, что предлагаемая СВЧ-технология переработки забруса обеспечивает улучшение энергетических, экономических, технологических и экологических показателей на 25–40 % по сравнению с традиционной схемой.

Список литературы

1. Установка для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: патент RU 2591126 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.07.2016; заявка № 2015116255/13 от 28.04.2015 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов, И. Г. Ершова, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. Г. Сорокина, О. И. Петрова. – EDN ZEVRYL.
2. СВЧ-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна: патент RU 2489068 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.08.2013; заявка № 2012100432/13 от 10.01.2012 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова, А. А. Белов. – EDN GBZQME.
3. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154–160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
4. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья: патент RU 2629159 C1 Рос. Федерация: опубл. 24.08.2017; заявка № 2016133524 от 15.08.2016 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова. – EDN HAXMCU.
5. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов: патент RU 2586160 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.06.2016; заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014 / А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, А. А. Белов, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова. – EDN ZESFQT.
6. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6–12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
7. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов, М. Е. Федоров, П. Н. Романов // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
8. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент RU 2744423 C1 Рос. Федерация: опубл. 09.03.2021; заявка № 2020131230 от 22.09.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, И. М. Замятина, А. А. Тихонов. – EDN YZUWWW.
9. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: патент RU 2641705 C1 Рос. Федерация: опубл. 22.01.2018; заявка № 2016148587 от 09.12.2016 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова. – EDN LFQEUF.

10. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
11. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
12. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(73). – С. 126–137. – DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. – EDN DRYTQN.
13. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 369–381. – DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
14. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(106). – С. 176–185. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. – EDN DCRAAX.
15. Просвирякова, М. В. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91–99. – EDN PQXVSF.
16. Prosviryakova, M. V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, № 1. – P. 012141. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. – EDN PQSPZC.
17. Новикова, Г. В. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18–27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
18. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: патент RU 2770628 C1 Рос. Федерация: опубл. 19.04.2022; заявка № 2021136688 от 13.12.2021 / М. В. Просвирякова [и др.]. – EDN DTPCQU.
19. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 11(138). – С. 45–56. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. – EDN VVQODQ.
20. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 57–71. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. – EDN DESJSC.
21. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ-установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК. – 2019. – С. 111–119. – EDN XFSGBR.
22. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45–55. – EDN OVQATU.
23. Prosviryakova, M. V. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 52. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
24. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
25. Двухмодульная СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент RU 2752938 C1 Рос. Федерация: опубл. 11.08.2021; заявка № 2020141711 от 17.12.2020 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN RICROV.
26. СВЧ-установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами: патент RU 2734593 C1 Рос. Федерация: опубл. 20.10.2020; заявка № 2020104252 от 30.01.2020 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN LBFHUW.
27. Просвирякова, М. В. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96–105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
28. Новикова, Г. В. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126–133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
29. Тихонов, А. А. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом / А. А. Тихонов [и др.] // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК. – Минск, 2025. – С. 278–285. – EDN YHPJCU.
30. Тихонов, А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для термообработки жиросодержащего мясного сырья / А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 136–141. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-105-1-137-141. – EDN TEQVYK.

31.Микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц: патент RU 2837276 C1 Рос. Федерация: опубл. 28.03.2025; заявка № 2024112577 от 07.05.2024 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN XAKIMM.
32. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме: патент RU 2831716 C1 Рос. Федерация: опубл. 12.12.2024; заявка № 2023132692 от 05.12.2023 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN DSKUBK.
33. Тихонов, А. А. Установка с СВЧ-энергоподводом в коаксиально расположенные резонаторы для термообработки мясного сырья / А. А. Тихонов [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск, 2023. – С. 470–473. – EDN FCHRLV.
34. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных: патент RU 2825331 C1 Рос. Федерация: опубл. 26.08.2024; заявка № 2023120303 от 01.08.2023 / А. А. Тихонов [и др.]. – EDN MBTIXI.
35. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных: патент RU 2818824 C1 Рос. Федерация: опубл. 06.05.2024; заявка № 2023123874 от 15.09.2023 / Е. В. Воронов [и др.]. – EDN JLVYNA.

УДК 621.365.5:637.12:638.1

Шевелев А.В., Суслов С.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБРУСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕМНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА

Аннотация. В работе проведён комплексный сравнительный анализ существующей традиционной технологии переработки забруса, основанной на паровом и водяном конвективном нагреве, и предлагаемой электротехнологической схемы с применением сверхвысокочастотного (СВЧ) объемного диэлектрического нагрева. Рассмотрены тепломассообменные, энергетические, микробиологические и технико-экономические аспекты процессов, установлены основные недостатки традиционной схемы, включая высокие удельные энергозатраты, значительную продолжительность цикла и потери воска. Теоретически и экспериментально обоснованы преимущества СВЧ-технологии, обеспечивающей селективный нагрев медовой фазы, сокращение времени переработки, повышение выхода товарного воска, снижение микробной обсемененности и уменьшение энергопотребления на 30–40 %. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения СВЧ-установок в практику переработки побочных продуктов пчеловодства в целях повышения энергоэффективности и конкурентоспособности отрасли.

Ключевые слова: диэлектрический нагрев, забрус, переработка забруса, пчелиный воск, ресурсосберегающие технологии, сверхвысокочастотный нагрев, энергоэффективность.

Переработка сельскохозяйственного сырья с применением электрофизических методов, в том числе диэлектрического и сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева, ведётся в отечественной научной школе на протяжении длительного времени и охватывает широкий спектр направлений — от обеззараживания зерна до термообработки и утилизации отходов животного происхождения. Ранние исследования в области создания СВЧ-установок для обеззараживания зерна и зернопродуктов, а также разработки соответствующих конструкций рабочих камер и резонаторов представлены в работах и патентах [19; 28; 35], где обоснованы режимы непрерывной обработки сыпучего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Развитие технологий диэлектрического нагрева непищевых и вторичных продуктов животного происхождения отражено в исследованиях по созданию установок для термообработки и гранулирования отходов [27; 33], а также в работах, посвящённых радиоволновым установкам и операционно-технологическим схемам переработки мягких отходов [22; 34]. Существенный вклад внесён в разработку СВЧ-оборудования для плавления и вытопки жирового сырья, что подтверждается патентами и публикациями [18; 20; 21], а также исследованиями технологических аспектов переработки жиросодержащего сырья [32]. Конструктивные решения резонаторных систем различной геометрии – тороидальных, биконических, усечённо-конических и нестандартных – последовательно совершенствовались и обосновывались в работах [2; 4; 29; 30], что свидетельствует о системном подходе к повышению равномерности нагрева и энергоэффективности процессов. Значительное внимание уделено созданию установок для термообработки мясного сырья и отходов убоя животных, включая разработку СВЧ-агрегатов для обеззараживания жиросодержащих отходов и вторичного биологического сырья [1; 3; 6], а также их патентную защиту [5]. Параллельно велись исследования в области непрерывно-поточных СВЧ-установок для размораживания и разогрева молозива [15; 25], с экспериментальным обоснованием

параметров их работы [16], что расширило область применения электрофизических методов в животноводстве. Существенный блок работ посвящён созданию модульных и специализированных СВЧ-установок для предприятий агропромышленного комплекса [17], а также разработке рабочих камер с обеспечением электромагнитной безопасности при непрерывной обработке сырья [13]. Электрофизические методы нашли применение и в технологиях предпосадочной обработки клубней картофеля [23], а также в разработке физиопрофилактических устройств для птицеводства [31], что демонстрирует межотраслевой характер исследований. Отдельное направление связано с созданием СВЧ-конвективных хмелесушилок и сушильных агрегатов с различными типами резонаторов, включая полусферические и металлодиэлектрические конструкции, что отражено в публикациях и патентах [7; 8; 10; 11; 12]. Современный этап развития характеризуется комплексным научно-техническим обоснованием установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий [9], а также разработкой специализированных устройств для измельчения и плавления жиросырья в нестандартных резонаторах [14; 26], что подтверждает преемственность исследований и длительный характер развития электрофизических технологий в переработке сельскохозяйственного сырья.

В системе пчеловодства особое место занимает переработка побочных продуктов, среди которых значительный интерес представляет забрус – восково-медовая масса, образующаяся при распечатывании сотов перед откачкой меда. Забрус содержит пчелиный воск, остаточный мед, прополис, цветочную пыльцу, ферменты, ароматические соединения и биологически активные вещества, что определяет его высокую биологическую и хозяйственную ценность. Одновременно именно сложный многокомпонентный состав обуславливает технологические трудности его переработки. Рациональная технология должна обеспечивать максимальное извлечение воска и меда, сохранение их физико-химических и органолептических показателей, снижение микробной обсемененности и минимальные удельные энергетические затраты при устойчивости процесса к колебаниям состава сырья.

Современное развитие агропромышленного комплекса ориентировано на ресурсосбережение, снижение себестоимости продукции и комплексное использование сырьевых ресурсов. В этих условиях забрус рассматривается не как отход, а как ценное вторичное сырье, переработка которого способна существенно повысить экономическую эффективность пасеки. В среднем при распечатывании медовых рамок образуется 1,5–3 % забруса от массы полученного меда, что при промышленном объеме производства формирует значительный ресурс воскового сырья. При этом содержание воска в забрусе может достигать 40–60 %, меда – 30–50 %, остальное приходится на механические примеси и сопутствующие вещества. Такое соотношение компонентов делает переработку забруса экономически целесообразной при условии высокой полноты извлечения целевых фракций.

В настоящее время на большинстве пасек и перерабатывающих предприятий применяется традиционная технологическая схема переработки забруса, основанная на термическом воздействии с использованием паровых, водяных или комбинированных воскотопок. Сущность существующей технологии заключается в нагреве забруса до температуры плавления воска с последующим отделением расплавленной фазы от медово-водной смеси и твердых включений. Процесс обычно включает загрузку сырья в сетчатые корзины или перфорированные кассеты, подачу насыщенного пара либо горячей воды, выдержку до достижения требуемой температуры, слив жидкой фазы, фильтрацию и охлаждение.

Тепло в данной схеме передается конвективным способом от теплоносителя к поверхности сырья и далее распространяется внутрь за счет теплопроводности. Поскольку воск обладает низкой теплопроводностью, а структура забруса неоднородна, формируются выраженные температурные градиенты. Поверхностные слои перегреваются, в то время как внутренние остаются недогретыми. Для достижения температуры плавления воска во всем объеме требуется длительное время, что увеличивает продолжительность технологического цикла до 1,5–2 часов и более.

Высокая температура теплоносителя (90–100 °С) обеспечивает плавление воска и частичное обеззараживание, однако сопровождается нежелательными побочными эффектами. Остаточный мед подвергается термическому воздействию, приводящему к денатурации ферментов, изменению цветовых характеристик и карамелизации сахаров. Прополисные компоненты частично разрушаются, что снижает биологическую ценность сопутствующих фракций. Кроме того, контакт расплавленного воска с водой вызывает образование устойчивых эмульсий, требующих длительного отстаивания и повторной фильтрации.

С точки зрения энергетического баланса традиционная схема характеризуется низким коэффициентом полезного использования тепловой энергии. Значительная доля тепла расходуется на нагрев воды, металлических стенок аппарата и окружающей среды. При паровой технологии дополнительно затрачивается энергия на генерацию пара и компенсацию тепловых потерь в паропроводах. В результате удельные энергозатраты при переработке 1 кг забруса достигают 180–220 Вт·ч, а в ряде случаев и превышают указанные значения. При этом потери воска вследствие

неполного извлечения и механических примесей составляют 5–8 %, что снижает экономическую эффективность.

Дополнительным недостатком является периодический характер работы оборудования. После каждой загрузки требуется время на разогрев, выдержку и охлаждение, что ограничивает производительность и затрудняет автоматизацию. Управление температурным режимом осуществляется с запаздыванием из-за высокой тепловой инерции системы, что повышает риск перегрева и ухудшения качества продукта. Образующиеся сточные воды требуют утилизации или очистки, что увеличивает эксплуатационные расходы и создает экологическую нагрузку.

В условиях модернизации отрасли возникает необходимость внедрения альтернативных электротехнологических решений, способных обеспечить более рациональное использование энергии и повышение качества продукции. Одним из наиболее перспективных направлений является применение диэлектрического и сверхвысокочастотного нагрева, основанного на объемном преобразовании электромагнитной энергии в тепловую непосредственно внутри материала. В отличие от конвективного нагрева, СВЧ-технология исключает промежуточный теплоноситель и обеспечивает селективное воздействие на полярные компоненты среды.

Физическая основа СВЧ-нагрева заключается в взаимодействии переменного электромагнитного поля с дипольными молекулами и ионами, присутствующими в материале. Под действием поля происходит их переориентация с частотой, соответствующей частоте излучения (обычно 2,45 ГГц), что сопровождается выделением тепла вследствие диэлектрических потерь. Плотность тепловыделения определяется значением мнимой части комплексной диэлектрической проницаемости и квадратом напряженности электрического поля. Поскольку мед и содержащаяся в нем влага обладают значительно более высокими диэлектрическими потерями по сравнению с воском, нагрев происходит преимущественно в медовой фазе.

Предлагаемая технология переработки забруса реализуется в непрерывно-поточной СВЧ-установке с объемным резонатором оптимизированной геометрии. Конструктивно установка включает загрузочный бункер, дозирующее устройство, шнековый транспортер из радиопрозрачного материала, рабочую камеру-резонатор, магнетронный источник излучения, систему отвода расплавленного воска и меда, а также блок автоматического управления. Геометрия резонатора – полусферическая или коническая – обеспечивает более равномерное распределение электромагнитного поля и снижение локальных максимумов плотности мощности.

Технологический процесс организован в два этапа. На первом этапе осуществляется селективный нагрев медовой фазы до температуры 45–50 °С, при которой мед разжижается и отделяется без плавления воска. Это позволяет извлечь мед с минимальным термическим воздействием. На втором этапе удельная мощность увеличивается, температура доводится до 70–75 °С, что обеспечивает плавление воска и снижение микробной обсемененности. Благодаря объемному характеру нагрева температурные градиенты внутри слоя не превышают 5–7 °С, что существенно ниже показателей при паровой технологии.

Экспериментальные исследования показали, что при удельной мощности 0,9–1,2 Вт/г и времени воздействия 2–4 минуты достигается полный переход воска в жидкую фазу. Общая продолжительность технологического цикла сокращается в несколько раз по сравнению с традиционной схемой. Удельные энергозатраты составляют 110–130 Вт·ч/кг, что на 30–40 % ниже аналогичных показателей при конвективном нагреве. Повышается выход товарного воска на 3–5 %, снижается содержание механических примесей и улучшаются органолептические характеристики продукта.

Санитарно-гигиенический аспект также демонстрирует преимущества СВЧ-технологии. Быстрое достижение температуры 70–75 °С обеспечивает снижение общего микробного числа более чем на 60 %. Отсутствие воды исключает образование эмульсий и вторичное загрязнение. Процесс легко поддается автоматизации благодаря возможности точного регулирования мощности магнетрона и скорости перемещения сырья.

Сравнительный анализ существующей и предлагаемой технологий переработки забруса свидетельствует о явном преимуществе СВЧ-нагрева по показателям энергоэффективности, производительности, качества продукции и экологической безопасности. Традиционная схема характеризуется высокой инерционностью, значительными теплопотерями и ограниченной управляемостью, тогда как электротехнологическая схема обеспечивает объемный селективный нагрев, сокращение времени цикла и снижение удельных энергозатрат.

Для более глубокого понимания преимуществ предлагаемой технологии необходимо рассмотреть тепломассообменные процессы, протекающие в забрусе при различных способах нагрева. Забрус представляет собой дисперсную систему, в которой твердая восковая матрица пронизана капиллярно удерживаемой медовой фазой. В условиях конвективного нагрева тепло распространяется от поверхности к центру слоя, и скорость прогрева определяется коэффициентом теплопроводности, который для воска находится на сравнительно низком уровне. Это приводит к

неравномерному распределению температур и возникновению внутренних напряжений, способствующих частичному разрушению структуры.

При СВЧ-нагреве тепловыделение происходит во всем объеме одновременно, что принципиально меняет характер теплопереноса. В начальный момент процесса наиболее интенсивно нагреваются участки с повышенным содержанием влаги, поскольку именно вода обладает наибольшими диэлектрическими потерями. Это вызывает локальное повышение давления в микрокапиллярах и ускоряет выход медовой фазы из восковой структуры. Таким образом, электрофизический нагрев одновременно выполняет функции термического и механического воздействия на структуру забруса.

С точки зрения кинетики фазовых переходов процесс можно условно разделить на три стадии. Первая стадия – разогрев до температуры разжижения меда. Вторая стадия – разрушение межфазных связей и начало плавления воска. Третья стадия – переход воска в полностью жидкое состояние и его отделение от примесей. При традиционном нагреве указанные стадии частично перекрываются и протекают неравномерно, что увеличивает суммарную продолжительность процесса. При СВЧ-воздействии переходы происходят более синхронно и контролируемо.

Математическое описание процесса может быть основано на уравнении теплопереноса с объемным источником тепла, плотность которого пропорциональна частоте электромагнитного поля и диэлектрическим характеристикам среды. При этом важную роль играет температурная зависимость диэлектрических свойств. По мере нагрева и уменьшения влажности медовой фазы коэффициент поглощения энергии изменяется, что при отсутствии регулирования может привести к перегреву. Поэтому предлагаемая установка оснащается системой автоматического управления, корректирующей мощность магнетрона в зависимости от текущей температуры.

Особое значение имеет геометрия резонаторной камеры. Численное моделирование распределения электромагнитного поля показало, что полусферическая форма способствует формированию более равномерной картины напряженности поля по сравнению с цилиндрической. Локальные максимумы плотности мощности сглаживаются, что снижает риск образования перегретых зон. Введение вращающегося или поступательно движущегося шнека дополнительно выравнивает температурное поле за счет перемешивания массы.

Сравнение производительности, существующей и предлагаемой схем показывает значительное преимущество СВЧ-технологии. При традиционном способе одна загрузка аппарата требует до двух часов, включая нагрев, выдержку и охлаждение. Даже при использовании нескольких аппаратов суммарная производительность ограничена периодическим характером работы. В СВЧ-установке непрерывного действия переработка осуществляется в потоке, что позволяет достигать стабильной производительности при существенно меньшей продолжительности цикла.

Экономический эффект от внедрения новой технологии складывается из нескольких составляющих. Первая – снижение энергозатрат на 30–40 %. Вторая – увеличение выхода товарного воска на 3–5 %. Третья – сокращение трудозатрат за счет автоматизации. Четвертая – повышение качества продукции, позволяющее реализовывать ее по более высокой цене. В совокупности эти факторы обеспечивают сокращение срока окупаемости оборудования до 2–3 лет при средних объемах переработки.

Отдельного внимания заслуживает вопрос экологической безопасности. В традиционной технологии образуются сточные воды, содержащие остатки меда и воска, что требует очистки перед сбросом. В СВЧ-схеме отсутствует водяной теплоноситель, поэтому образование стоков минимально. Отсутствует также необходимость в сжигании топлива для генерации пара, что снижает выбросы углекислого газа. Электроэнергия может поступать от централизованной сети или автономных источников, включая солнечные панели, что повышает устойчивость производства.

Микробиологические исследования подтверждают, что СВЧ-нагрев способствует снижению микробной обсемененности. Быстрое достижение температур 70–75 °C вызывает инактивацию большинства вегетативных форм микроорганизмов. При этом кратковременность воздействия предотвращает разрушение структуры воска. В традиционной технологии более длительное нагревание также обеспечивает обеззараживание, но сопровождается ухудшением качества продукта.

Анализ устойчивости процесса показал, что колебания влажности забруса в пределах ±3 % не оказывают критического влияния на результат. Автоматическая система управления компенсирует изменения диэлектрических свойств путем корректировки мощности. Регрессионные модели, построенные по результатам планирования эксперимента, демонстрируют высокую адекватность и позволяют прогнозировать температуру и энергозатраты при различных режимах.

С точки зрения технологической интеграции СВЧ-установка может быть включена в существующую линию переработки без значительной реконструкции помещений. Компактность оборудования и отсутствие парогенераторов снижают требования к инфраструктуре. Возможность модульного исполнения позволяет адаптировать производительность к потребностям хозяйства.

Расширенный анализ подтверждает, что предлагаемая технология переработки забруса на основе СВЧ-нагрева обеспечивает комплексное улучшение показателей по сравнению с традиционной схемой. Преимущества проявляются в энергетической эффективности, сокращении продолжительности цикла, повышении выхода воска, улучшении качества продукции и снижении экологической нагрузки.

Список литературы

1. Установка для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: патент № 2591126 C1 Российская Федерация: № 2015116255/13: заявл. 28.04.2015: опубл. 10.07.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]. – EDN ZEVRYL.
2. СВЧ-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна: патент № 2489068 C1 Российская Федерация: № 2012100432/13: заявл. 10.01.2012: опубл. 10.08.2013 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN GBZQME.
3. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
4. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
5. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: патент № 2641705 C1 Российская Федерация: № 2016148587: заявл. 09.12.2016: опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов [и др.]. – EDN LFQEUF.
6. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6–12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
7. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья: патент № 2629159 C1 Российская Федерация: № 2016133524: заявл. 15.08.2016: опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова. – EDN HAXMCU.
8. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38–40. – EDN KVBMTV.
9. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83–86. – EDN RSCCAF.
10. Жданкин, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61–71. – EDN VVCJOP.
11. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229–236. – EDN YQVOXJ.
12. Белов, А. А. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, Г. В. Новикова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7–9. – EDN UXPZCT.
13. Новикова, Г. В. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1(79). – С. 129–130. – EDN TKSCFF.
14. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: патент № 2584029 C1 Российская Федерация: № 2015102653/13: заявл. 27.01.2015: опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.]. – EDN ZEROEH.
15. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке: патент № 2592861 C1 Российская Федерация: № 2015119313/07: заявл. 21.05.2015: опубл. 27.07.2016 / М. В. Белова, А. А. Белов, Г. В. Новикова [и др.]. – EDN ZEWEUX.
16. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154–160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
17. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов: патент № 2586160 C1 Российская Федерация: № 2014147516/13: заявл. 25.11.2014: опубл. 10.06.2016 / А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, А. А. Белов [и др.]. – EDN ZESFQT.
18. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.

19. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент № 2744423 C1 Российская Федерация: № 2020131230: заявл. 22.09.2020: опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN YZUWWW.
20. Самоделкин, А. Г. Многорезонаторная установка для плавления жира / А. Г. Самоделкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова, И. Г. Ершова, А. А. Белов // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 492–493. – EDN UDDZPN.
21. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива: патент № 2694944 C1 Российская Федерация: № 2018143727: заявл. 11.12.2018: опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.]. – EDN XLVLCF.
22. Белов, А. А. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101–107. – EDN TLABPX.
23. СВЧ-установка для обеззараживания комбикормов: патент № 2535146 C1 Российская Федерация: № 2013121131/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.12.2014 / Г. Л. Долгов, Т. В. Шаронова, Г. В. Новикова, М. В. Белова. – EDN PTHRMA.
24. Белов, А. А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 7(74). – С. 44–54.
25. Белова, М. В. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М. В. Белова, Б. Г. Зиганшин, Н. Т. Уездный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8, № 3(29). – С. 53–56. – EDN REJNHJ.
26. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(73). – С. 126–137. – DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. – EDN DRYTQN.
27. СВЧ-установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов: патент № 2803127 C1 Российская Федерация: № 2023115058: заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN OHWPJY.
28. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 4(143). – С. 55–66. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. – EDN MIRJTR.
29. Просвирякова, М. В. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91–99. – EDN PQXVSF.
30. Prosviryakova, M. V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, № 1. – P. 012141. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. – EDN PQSPZC.
31. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: патент № 2770628 C1 Российская Федерация: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]. – EDN DTPCQU.
32. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов, М. Е. Фёдоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
33. Двухмодульная СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент № 2752938 C1 Российская Федерация: № 2020141711: заявл. 17.12.2020: опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN RICROV.
34. СВЧ-установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами: патент № 2734593 C1 Российская Федерация: № 2020104252: заявл. 30.01.2020: опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN LBFHUW.
35. Новикова, Г. В. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126–133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.

УДК 631.363

Отрошко С.А., Шевцов А.В.
ВИК им. В.Р. Вильямса, г. Лобня

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ

Аннотация. Вопрос равномерного внесения консервантов в заготавливаемые объемистые корма в виде сенажа и силажа на кормоуборочном комбайне является важным для получения качественного корма. Разработанные устройства и приспособления для внесения консервантов имеют множество недостатков: сложность конструкции, высокие стоимостные и эксплуатационные затраты, недостаточная равномерность внесения консервирующих препаратов в растительную массу.

В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» разработано устройство для внесения консервантов на кормоуборочном комбайне, которое лишено вышеуказанных недостатков.

Ключевые слова: растительная масса, кормоуборочный комбайн, силосопровод, емкость, консервант, насос, форсунка, жиклер, отбойник - распределитель.

При заготовке консервируемых кормов большое значение имеет равномерное распределение консервантов в корме. Если учесть, что консерванты отличаются по своим физическим свойствам и представлены на рынке Российской Федерации в жидком, вязком и порошкообразном состоянии, то существуют определенные трудности связанные с их дозированием и равномерным распределением в сенажируемых кормах. Особенно это важно для консервантов, которые используют в малых дозах.

Консерванты в чистом виде не вносятся имеющимися насосами-дозаторами, так как они не могут обеспечить равномерность распределения малых доз в корме. Для увеличения равномерности распределения консервантов обычно к малому их количеству добавляют воду и вносят колонковыми центробежными или диафрагменными насосами из расчета 3-5 л/т сенажируемого сырья. Однако, несмотря на большое количество имеющегося оборудования для дозирования консервантов, вопрос равномерности их внесения в сенажируемую массу остается актуальным.

В патентной литературе имеются сведения об устройстве для внесения консервантов в корма [1], которое включает установленные на кормоуборочном комбайне дефлектор, форсунки, насос, ёмкость для консерванта и жёлоб с отбойником – направителем.

Недостатком данного устройство является сложность конструкции.

Известно устройство для внесения жидких добавок в убираемую комбайном силосную массу [2], которое включает силосопровод, ёмкость с консервантом, распылитель и датчик массы.

Недостатком данного устройства является то, что подача жидкого консерванта осуществляется только за счёт подсоса в силосопроводе, а распылитель установлен в активном потоке измельчаемой массы.

В СЗНИИМЭСХ разработано оборудование для внесения биологических консервантов в силосуемую массу как в стационарных условиях, так и на кормоуборочных комбайнах [3].

Оно состоит из ёмкости с установленным в нее колонковым насосом [4], который содержит корпус, направляющий аппарат, электродвигатель и вал с установленными на нём рабочими колёсами. Для обеспечения работы этого устройства используют пульт управления, расходомер, форсунку и шланги для подачи жидкости.

Недостатком этого оборудования является сложность конструкции насоса, и невозможность обеспечения перемешивания консерванта в ёмкости.

Во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса запатентована установка для внесения консервантов [5]. Она состоит из ёмкости для консервантов с центробежным насосом высокой производительности, соединительных шлангов, форсунки со сменными жиклёрами. Установка может быть использована как на кормоуборочных комбайнах, так и на стационаре.

Недостатком установки является достаточно сложная конструкция и большие затраты на её обслуживание.

Известен комплект оборудования для внесения биологических консервантов к кормоуборочному комбайну [6]. Он состоит из насоса центробежного типа, установленного в нижней чести пластмассовой ёмкости с консервантом, и форсунки со сменными жиклёрами, которые обеспечивают бесперебойное внесение препарата в жидком виде.

Недостатком этого оборудования является высокая стоимость, сложность конструкции и невысокая производительность.

Для заготовки кормов разработан агрегат [7], содержащий режущий аппарат, питатель, измельчающее устройство, силосопровод, ёмкость для приёма измельченной массы и систему для внесения добавок в корм, включающую насос и распылитель. Агрегат снабжен устройством для перемешивания корма в емкости, датчиком высоты подаваемого питателем слоя скошенной массы и датчиком наличия в силосопроводе измельченной массы. Привод насоса имеет блокирующее устройство. Распылители расположены в емкости, привод устройства для перемешивания и привод насоса кинематически связаны с датчиком высоты слоя скошенной массы, а датчик наличия в силосопроводе измельченной массы связан с блокирующим устройством и выполнен в виде подпружиненной заслонки и связан с блокирующим устройством посредством контактного выключателя. Устройство для перемешивания данного агрегата выполнено в виде скребкового транспортера.

Недостатком данного агрегата является высокая стоимость, сложность конструкции и неравномерность внесения консервантов в сенажируемую массу.

С целью снижения себестоимости и увеличения производительности в ГНУ «ВИК им. В.Р. Вильямса» Россельхозакадемии запатентовано оборудование для дозирования биологических консервантов [8]. Оборудование содержит ёмкость, насос, соединительные шланги, распылитель, пульт управления.

Недостаткам описанного оборудования является неравномерность внесения консерванта распылителем в провяленную зеленую массу.

Известно устройство для внесения консервантов [9], содержащее ёмкость, запорный клапан, фильтр, трубопровод, распылители, диаметральный вентилятор, шириной равной ширине подбираемого валка. В этом устройстве подача рабочей жидкости осуществляется через эжекционные распылители, установленные в выходном воздуховоде вентилятора, выполненные в виде диффузора, на расстоянии друг от друга, обеспечивающем перекрытие конусов распыла на поверхности валков.

Недостатком данного устройства являются большие потери дорогостоящего консерванта, вносимого в виде аэрозоли непосредственно в валок, поступающий в измельчитель кормоуборочного комбайна и, как следствие, невозможность обеспечения внесения данного консерванта в минимальных дозах.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете Кузмицким А.В., Авраменко П.В., Новиковым Р.В., Ануфриевым Н.И. разработано устройство для внесения жидких консервантов в измельчённую растительную массу на кормоуборочном комбайне [10], содержащее установленную на корпусе кормоуборочного комбайна емкость для жидких консервантов с фильтрующим элементом, насос, закрепленный в емкости и соединенный линией трубопроводов с дозатором и расходомером модуля управления и с распылительной форсункой, располагаемой в открытой части силосопровода кормоуборочного комбайна и имеющей зарядный электрод с питающим кабелем для подачи напряжения от источника высокого напряжения. Устройство содержит проводящий экран, установленный на стенке силосопровода кормоуборочного комбайна напротив распылительной форсунки, изолированный от стенки силосопровода диэлектрической вставкой.

Известно также устройство для внесения жидких консервантов в измельчённую растительную массу на кормоуборочном комбайне [11], отличающееся от предыдущего патента республики Беларусь тем, что диэлектрическая вставка выполнена с боковыми гранями по всему периметру силосопровода и дополнительно имеет установленные с разных сторон экраны.

Описанные устройства несмотря на хорошую равномерность внесения в измельченную кормоуборочным комбайном зеленую массу, тем не менее отличаются сложностью конструкции, большими эксплуатационными затратами и опасны в эксплуатации.

В Белорусском патенте № 5531 представлено оборудование для внесения консервантов в измельчённую растительную массу [12], включающее ёмкость для консерванта, фильтрующий элемент, насос, соединительные трубопроводы, расходомер, датчик массы, которые установлены по контуру сечения силосопровода кормоуборочного комбайна.

Данная конструкция отличается сложностью конструкции и в случае отказа одной или нескольких форсунок расположенных по контуру сечения силосопровода, неминуемо приведет к неравномерности внесения консерванта в транспортируемую измельченную растительную массу.

В связи с этим в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» разработано устройство для внесения консервантов [13], содержащее ёмкость с насосом, соединенным с распылителем, представляющим собой форсунку с жиклерами разного сечения и веерообразным отбойником-распределителем, установленным в нижней части силосопровода на стенке, противоположной потоку растительной массы (рис. 1).

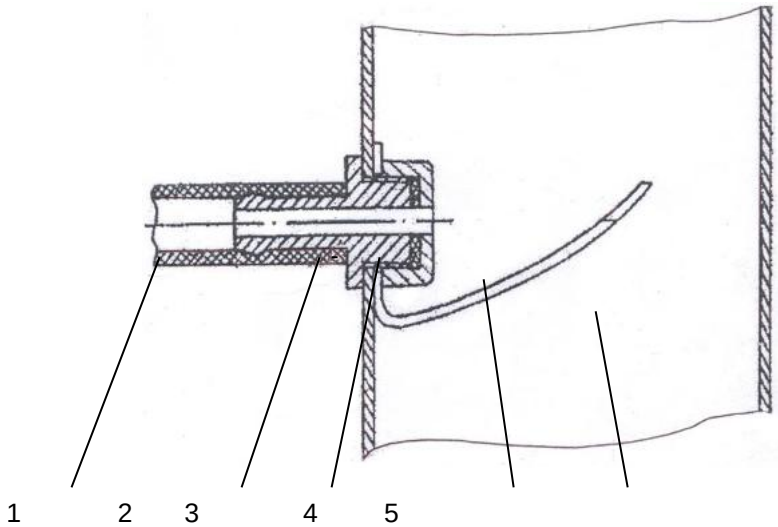


Рис. 1. Устройство для внесения консервантов конструкции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: 1 – шланг; 2 - форсунка; 3 – жиклер; 4 – отбойник – распределитель; 5 – силосопровод

При работе кормоуборочного комбайна включается насос, расположенный в емкости, который подаёт консервант к форсунке 1 с отбойником–распределителем 3. Форсунка 1 закреплена внизу на стенке силосопровода 4 снаружи, а отбойник-распределитель 3 на ней же, но внутри, напротив стенки, по которой движется измельченная растительная масса. Кормовая масса при перемещении по силосопроводу 4 попадает под равномерно распределяемый веерообразным отбойником-распределителем 3 поток консерванта, выходящего из форсунки 1. Регулировка объёма вносимого консерванта осуществляется при помощи сменных жиклёров 2 разного сечения, устанавливаемых в форсунку 1.

ВЫВОДЫ:

1. Разработанное в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» устройство для внесения консервантов отличается простотой конструкции и обеспечивает равномерность внесения консерванта в измельчаемую растительную массу.

2. Из-за простоты конструкции запатентованное устройство не требует больших эксплуатационных затрат.

3. Разработанное устройство адаптировано для внесения жидких химических и биологических консервантов, а также плохо растворяемых в воде препаратов типа «Феркон».

4. Устройство для внесения консервантов имеет низкую стоимость в изготовлении и обладает высокой производительностью.

Список литературы

1. А. с. 1291112 SU, МКИ, A23K 3/03. Устройство для внесения консервантов в корма / П. Н. Федосеев, В. И. Зеников, Б. Н. Мельников, А. В. Соколов. – 3951148; заявлено 16.07.1985; опубл. 23.02.87, Б.И. № 7.
2. А. с. 1498422 SU, МКИ A01D 43/08. Устройство для внесения жидких добавок в убираемую комбайном силосную массу / А. И. Герасименко, П. В. Купрейчик. – 4272596; заявлено 01.07.1987; опубл. 07.08.1989, Б.И. № 29.
3. Перекопский А. Н., Лаптев Г. Ю., Мелихова Е. В. Технология консервирования плющеного зерна биопрепаратом // Техника и оборудование для села. – 2005. – № 10. – С. 11-12.
4. Патент 42080 RU, МПК F04D13/00, A23K 3/00. Вертикальный насосный агрегат / Я. С. Сеник, И. А. Гокоев. – 2004122510/22; заявлено 20.07.2004; опубл. 20.11.2004, Б.И. № 32.
5. Патент 2435440 RU, МПК A23K3/00. Установка для внесения консервантов / С. А. Отрошко, Ю. Д. Ахламов, Н. Д. Шариков, В.М. Соколков, А.В. Шевцов. – 2010112670/13; заявлено 02.04.2010; опубл. 10.12. 2011, Б.И. № 34.
6. Отрошко С.А., Ахламов Ю.Д., Шевцов А.В. Современные способы внесения консервантов// Техника и оборудование для села. – 2011. - № 3. – С. 14-15.
7. А. с. 1178349 SU, МКИ A01D 43/08. Агрегат для заготовки кормов / Н. В. Шапкин, А. И. Чепурной, М. Г. Коротчикова, Д. В. Сцепуржинский. – 3712827; заявлено 03.01.1984; опубл. 15.09.1985, Б.И. № 34.
8. Патент 2489838 RU, класс A01D 43/14, A23K 3/00. Оборудование для дозирования биологических консервантов / С. А. Отрошко, В. М. Косолапов, Н. Д. Шариков, Ю.Д. Ахламов, А.В. Шевцов, В. Романюк, С.Б. Винницкий. – Опубл. в Б.И. № 23. – 20.08.2013.
9. Патент № 2476084 RU, МПК A23K 3/00. Устройство для внесения консервантов / Ф. Н. Галлямов, Р. А. Гарипов, Р. Р. Камалетдинов. – 2011126805/13; заявлено 29.06.2011; опубл. 27.02.2013, Б.И. № 6.
10. Патент № 17450 BY, МПК A23K3/03 Устройство для внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, Р.В. Новиков, Н.И. Ануфриев. – 20101733; 30.08.2013.
11. Патент № 7370 BY, МПК A23K3/03 Устройство для внесения жидких консервантов в измельченную растительную массу на кормоуборочном комбайне / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко, Р.В. Новиков, Н.И. Ануфриев. – 20101003; 01.12.2010.
12. Патент № 5531 BY, МПК A23K3/00 Устройство для внесения консервантов в измельченную растительную массу / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко. – 20080739; 30.09.2008.
13. Патент № 79753 RU, МПК A23K3/00. Устройство для внесения консервантов / Ю. Д. Ахламов, С. А. Отрошко, В. А. Бондарев, Н. Д. Шариков. - 2007112714/22; заявлено 06.04.2007; опубл. 20.01.2009, Б.И. № 2.

УДК 664.8.047:621.365.5

Горячева Н.Г.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ХМЕЛЯ В УСТАНОВКЕ С УСЕЧЁННЫМИ КОНИЧЕСКИМИ И ТОРОИДАЛЬНЫМ РЕЗОНАТОРАМИ

Аннотация. Разработана и теоретически обоснована конструкция СВЧ-конвективной хмелесушилки непрерывно-поточного действия с комбинированными усечёнными коническими и тороидальным резонаторами, обеспечивающими поэтапное удаление влаги. Проведён

электродинамический анализ распределения электромагнитного поля и обоснованы режимные параметры, позволяющие согласовать толщину слоя хмеля с глубиной проникновения СВЧ-энергии и обеспечить равномерность нагрева. Предложенная технология обеспечивает сокращение продолжительности сушки, снижение энергозатрат и одновременный пастеризующий эффект при сохранении биохимических и органолептических показателей продукта.

Ключевые слова: диэлектрический нагрев, комбинированные резонаторы, непрерывно-поточная установка, пастеризация, СВЧ-сушка, тепломассообмен, хмель, электромагнитное поле, энергоэффективность,

Переработка сельскохозяйственного сырья является одним из важнейших этапов функционирования агропромышленного комплекса, определяющим качество конечной продукции, уровень энергетических затрат и эффективность использования материальных ресурсов. Современные технологии переработки ориентированы на применение энергосберегающих методов обработки, позволяющих интенсифицировать тепломассообменные процессы и обеспечить высокую степень сохранности биологически активных веществ. В последние годы особое развитие получили электрофизические методы обработки сельскохозяйственного сырья, основанные на использовании энергии сверхвысоких частот, позволяющие реализовать объёмный нагрев и обеспечить равномерность воздействия на материал [10; 11; 12].

Развитие СВЧ-технологий в переработке сельскохозяйственного сырья базируется на многочисленных исследованиях и разработках установок различного технологического назначения. Одним из первых направлений стало создание установок для обработки зернового сырья, включая микронизацию и обеззараживание, что позволило сформировать научно-технические основы применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты для сыпучих материалов [1; 2; 3]. В дальнейшем были разработаны конструкции установок для обеззараживания зерна и зернопродуктов, обеспечивающие повышение санитарной безопасности продукции и снижение энергозатрат [6; 23; 26].

Значительный вклад в развитие СВЧ-технологий внесли исследования, направленные на переработку жиросодержащего сырья и продуктов животного происхождения. В результате были созданы установки для термообработки и плавления сырья, обеспечивающие эффективное использование электромагнитной энергии и улучшение технологических показателей процессов [2,20,34]. Полученные результаты позволили разработать установки для переработки отходов животного происхождения и вторичного сырья, что расширило область применения СВЧ-энергии в агропромышленном комплексе [4; 21; 27].

Дальнейшее развитие получили исследования по созданию установок непрерывного действия для термообработки биологического сырья. Были разработаны конструкции рабочих камер и резонаторов, обеспечивающих стабильность электромагнитного режима и равномерность распределения энергии в обрабатываемом материале [17; 29; 31]. Разработанные технические решения позволили создать установки для высокотемпературной обработки вторичного сырья и конфискатов животного происхождения [27; 28; 30].

Важным направлением исследований стало создание СВЧ-установок с различными типами резонаторов, включая тороидальные, биконические и комбинированные рабочие камеры. Разработка таких систем позволила обосновать методы согласования геометрических параметров резонаторов с диэлектрическими свойствами обрабатываемых материалов [18; 24; 25]. Полученные результаты позволили сформировать научные основы проектирования установок с нестандартными резонаторами и электромагнитным энергоподводом [10; 16; 24].

Особое место занимают исследования процессов термообработки воскового сырья, позволившие разработать и исследовать СВЧ-установки непрерывного действия с различными типами резонаторов [7; 9; 35]. В данных работах были обоснованы электродинамические параметры рабочих камер и разработаны методы расчёта добротности резонаторов [8; 14; 11]. Дополнительно были исследованы динамика нагрева сырья и рациональные режимы работы установок, что позволило повысить эффективность использования СВЧ-энергии [12; 13; 14].

Разработка СВЧ-установок непрерывно-поточного действия позволила создать модульные системы обработки сельскохозяйственного сырья, обеспечивающие технологическую гибкость и возможность применения в условиях фермерских хозяйств и перерабатывающих предприятий [10; 15; 33]. Полученные результаты подтвердили возможность эффективного использования комбинированных резонаторных систем для обработки сырья с различными физико-химическими свойствами [15; 32; 35].

Исследования в области электрофизических методов обработки сельскохозяйственной продукции также включали разработку установок специального назначения, в том числе устройств физиопрофилактического воздействия и предпосадочной обработки сельскохозяйственных культур

[5; 19; 21]. Эти работы позволили расширить область применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты и подтвердили универсальность данного метода обработки.

Опираясь на результаты указанных исследований, в настоящей работе разработана конструкция СВЧ-конвективной хмелесушилки непрерывно-поточного действия с комбинированными резонаторами. Использование накопленного опыта позволило реализовать принципы согласования геометрии рабочих камер с глубиной проникновения СВЧ-энергии, обеспечить равномерное распределение электромагнитного поля и создать условия для поэтапного удаления влаги из растительного сырья [16; 24; 29].

Развитие отечественного агропромышленного комплекса в условиях технологической трансформации экономики требует внедрения принципиально новых решений в сфере переработки сельскохозяйственного сырья. Особую значимость приобретает модернизация послеуборочных процессов, напрямую влияющих на сохранность биологически активных веществ, энергетическую эффективность производства и конкурентоспособность конечной продукции. Среди культур, чувствительных к условиям первичной переработки, особое место занимает хмель – стратегическое сырьё пивоваренной промышленности, формирующее вкусоароматический профиль и стабильность напитка.

Хмель (Humulus lupulus L.) представляет собой уникальный биохимический комплекс, включающий альфа- и бета-кислоты, эфирные масла, полифенольные соединения и ряд вторичных метаболитов, определяющих его технологическую ценность. Содержание и сохранность этих веществ во многом зависят от режима послеуборочной обработки, прежде всего – от процесса сушки. Свежесобранные шишки характеризуются высокой влажностью, достигающей 75–80 %, что делает невозможным их длительное хранение без предварительного удаления влаги. При этом снижение влажности должно происходить максимально бережно, поскольку перегрев или избыточное окисление приводят к потере ароматических фракций и деградации смол.

Традиционные конвективные методы сушки, реализуемые в ленточных и камерных сушилках, несмотря на технологическую отработанность, обладают рядом существенных недостатков. Продолжительность процесса нередко превышает несколько часов, что сопровождается значительными энергетическими затратами. Воздействие нагретого воздуха преимущественно на поверхностные слои продукта формирует выраженный температурный градиент, способствующий пересушиванию наружной оболочки шишек при сохранении повышенной влажности во внутреннем объёме. В результате возникают условия для неравномерной деградации термолабильных компонентов и ухудшения органолептических показателей.

Особую актуальность проблема приобретает для регионов, ориентированных на развитие собственного хмелеводства и переработки, но не обладающих достаточной технологической базой. В условиях необходимости импортозамещения и повышения продовольственной безопасности внедрение энергоэффективных технологий становится стратегической задачей. Современные подходы к сушке должны сочетать высокую производительность, минимизацию потерь биоактивных веществ и возможность интеграции в непрерывные поточные линии фермерских хозяйств.

Одним из перспективных направлений является использование сверхвысокочастотной энергии. Диэлектрический нагрев основан на взаимодействии электромагнитного поля с полярными молекулами воды, что обеспечивает объёмное поглощение энергии непосредственно в толще материала. В отличие от конвективного нагрева, при котором тепло передаётся от поверхности к центру, СВЧ-обработка формирует внутренний источник тепла, ускоряющий миграцию влаги из внутренних капилляров к поверхности. Это существенно сокращает продолжительность процесса и снижает удельные энергозатраты.

Однако практическая реализация СВЧ-сушки растительного сырья сопряжена с рядом инженерных задач. Основной проблемой остаётся обеспечение равномерного распределения электромагнитного поля в рабочей камере. Неоднородность поля приводит к образованию локальных зон перегрева и, как следствие, к термическому повреждению продукта. Дополнительную сложность создаёт необходимость согласования толщины слоя материала с глубиной проникновения микроволн, которая зависит от диэлектрических свойств сырья и его влажности. По мере высыхания комплексная диэлектрическая проницаемость изменяется, что влияет на распределение поля и эффективность поглощения энергии.

Решение этих задач требует комплексного подхода, сочетающего принципы электродинамики, теории тепло- и массообмена и конструктивной оптимизации резонаторных систем. Разработка сушильной установки непрерывно-поточного типа с комбинированными резонаторами позволяет реализовать поэтапное удаление различных форм влаги — свободной, капиллярной и связанной — с контролем температурного режима на каждой стадии.

В основе предложенной концепции лежит идея использования резонаторов различной геометрии, обеспечивающих адаптивное распределение электромагнитного поля по мере продвижения продукта. Два последовательно расположенных усечённых конических резонатора формируют плавно изменяющиеся условия обработки, способствующие мягкому нагреву и

постепенному снижению влажности. Тороидальный резонатор, размещённый на завершающем этапе, обеспечивает концентрацию поля в зоне окончательной досушки и пастеризации.

Перемещение хмеля организовано посредством диэлектрического сеточного транспортёра, исключающего экранирование поля и обеспечивающего непрерывность процесса. Под рабочей ветвью транспортёра размещён керамический П-образный перфорированный желоб, выполняющий двойную функцию: механическую поддержку слоя и концентрацию электромагнитной энергии в зоне обработки. Низкие диэлектрические потери керамики позволяют минимизировать рассеивание мощности и повысить энергетическую эффективность установки.

Нагрев осуществляется магнетронами, расположенными по периметру резонаторов с угловым смещением 120°, что способствует формированию более равномерной интерференционной картины поля. Дополнительная стабилизация температурного режима достигается за счёт встречной подачи тёплого воздуха, который одновременно выполняет функции удаления испарённой влаги и выравнивания температуры по толщине слоя.

Процесс реализуется в три последовательно сменяющих друг друга этапа. На первом этапе осуществляется удаление свободной поверхностной влаги при умеренных температурах, что предотвращает разрушение эфирных масел. На втором этапе активизируется миграция влаги из внутренних структур шишки за счёт увеличения плотности СВЧ-мощности и создания градиента давления. Заключительная стадия в тороидальном резонаторе сочетает выравнивание влажности с кратковременным воздействием повышенной напряжённости поля, обеспечивая пастеризационный эффект и снижение микробиологической обсеменённости.

Электродинамическое обоснование конструкции основывается на решении уравнений Максвелла для гармонического поля промышленной частоты 2450 МГц. Расчёт распределения напряжённости электрического поля в резонаторах сложной геометрии показывает формирование многомодовой структуры с локальными максимумами интенсивности. Численное моделирование методом конечных элементов подтверждает возможность перераспределения энергии по объёму продукта при оптимальном выборе геометрических параметров и толщины слоя.

Глубина проникновения микроволн в хмель определяется длиной волны и комплексной диэлектрической проницаемостью, зависящей от влажности и температуры. При исходной влажности глубина проникновения ограничена несколькими сантиметрами, что диктует необходимость ограничения толщины слоя. По мере снижения влажности глубина проникновения увеличивается, что создаёт условия для более равномерного нагрева на завершающих стадиях.

Существенным параметром является добротность резонаторной системы, определяемая потерями в проводящих стенках и в диэлектрической нагрузке. Оптимизация формы и размеров резонаторов позволяет достичь баланса между концентрацией поля и стабильностью режима генерации. Для предотвращения отражения энергии и образования стоячих волн производится согласование импедансов между волноводами и рабочими камерами.

Предложенная конструкция демонстрирует преимущества по сравнению с существующими решениями за счёт сочетания различных типов резонаторов в едином технологическом цикле. Комбинация конических и тороидального объёмов обеспечивает последовательное изменение характера поля, соответствующее изменяющимся свойствам высушиваемого сырья.

Таким образом, разработанная технология формирует основу для перехода к энергоэффективной непрерывной сушке хмеля с контролируемым качеством конечного продукта. Обеспечение равномерного нагрева, снижение продолжительности обработки и одновременная пастеризация создают предпосылки для повышения конкурентоспособности отечественного хмелевого сырья.

Функционирование разработанной установки следует рассматривать не только как совокупность электродинамических процессов, но и как сложную систему взаимосвязанных тепломассообменных явлений, протекающих в пористо-капиллярной структуре хмелевой шишки. Морфологические особенности хмеля определяют специфику удаления влаги: тканевая структура включает покровные чешуйки, лупулиновые железки, проводящие пучки и центральный стерженёк, отличающиеся различной плотностью, влагоёмкостью и теплопроводностью. Поэтому простое увеличение температуры не обеспечивает равномерного обезвоживания – необходимо контролируемое сочетание внутреннего и внешнего подвода энергии.

На первой стадии, реализуемой в первом усечённом коническом резонаторе, формируется мягкий режим предварительного прогрева. При температуре порядка 30–34 °C происходит удаление преимущественно свободной влаги, локализованной в межклеточных пространствах и на поверхности чешуек. СВЧ-нагрев инициирует микроскопические колебания дипольных молекул воды, однако плотность подводимой мощности ограничена таким образом, чтобы не допустить интенсивного испарения внутри структуры. Одновременно встречный поток тёплого воздуха способствует уносу паров и снижает парциальное давление влаги в окружающей среде, усиливая градиент массопереноса.

Особое значение имеет плавное изменение геометрии конического резонатора по ходу движения продукта. С уменьшением диаметра рабочей камеры изменяется распределение мод электромагнитного поля, что способствует перераспределению плотности мощности и снижает вероятность формирования стационарных зон перегрева. Таким образом, геометрия камеры становится активным инструментом управления энергетическим воздействием.

На второй стадии температурный диапазон увеличивается до 37–46 °C. В этот период происходит переход от удаления свободной влаги к активной миграции капиллярной и частично связанной влаги. Объёмный характер нагрева создаёт внутри шишки избыточное давление водяного пара, формируя направленный поток из центра к периферии. В отличие от конвективной сушки, где перенос тепла и влаги осуществляется последовательно, в СВЧ-поле процессы синхронизированы: нагрев и испарение происходят в объёме, что значительно ускоряет сушку.

Ключевым параметром становится скорость движения транспортёра. При увеличении производительности возрастает риск недосушивания внутреннего слоя, тогда как чрезмерное замедление может привести к перегреву поверхностных структур. Регулирование осуществляется комплексно — изменением мощности магнетронов и температуры подаваемого воздуха. Такая гибкость позволяет адаптировать режим под различные сорта хмеля и начальные показатели влажности.

Финальная стадия, реализуемая в тороидальном резонаторе, выполняет сразу несколько функций. Внутренний перфорированный цилиндр создаёт зону без интенсивного СВЧ-воздействия, где продукт подвергается продувке нагретым воздухом при температуре до 65–75 °C. Этот этап можно рассматривать как фазу инфузии – выравнивания температурно-влажностного профиля по всему объёму шишки. Снятие внутренних градиентов напряжений предотвращает растрескивание тканей и обеспечивает структурную целостность.

После выравнивания сырьё поступает в зону концентрированного электромагнитного поля. Здесь реализуется кратковременное воздействие повышенной напряжённости, достаточной для достижения пастеризационного эффекта. Внутренний нагрев обеспечивает быструю инактивацию микрофлоры без продолжительного пребывания при высоких температурах. Это особенно важно для сохранения эфирных масел, чувствительных к длительному тепловому воздействию.

Эффективность пастеризации определяется сочетанием температуры и времени экспозиции. В условиях СВЧ-нагрева возможен так называемый «нетермический вклад» – влияние электромагнитного поля на мембранные структуры микроорганизмов. Хотя доминирующим остаётся тепловой механизм, кратковременное повышение температуры внутри частиц продукта обеспечивает снижение микробиологической обсеменённости до нормативных значений при минимальных потерях ароматических фракций.

Электродинамическая модель установки подтверждает, что при оптимальной настройке коэффициент отражения мощности от границ резонаторов минимален. Согласование импедансов между волноводами и рабочими камерами снижает образование стоячих волн и обеспечивает устойчивость генерации. Добротность системы определяется балансом между концентрацией энергии и допустимыми потерями в стенках и в диэлектрической нагрузке – слое хмеля. При повышенной влажности диэлектрические потери возрастают, что усиливает поглощение энергии и ускоряет сушку. По мере обезвоживания этот эффект ослабевает, и система автоматически переходит в более мягкий режим нагрева.

Численное моделирование методом конечных элементов демонстрирует многомодовый характер распределения поля в комбинированной системе резонаторов. Локальные максимумы напряжённости перераспределяются по мере продвижения материала, что исключает длительное воздействие на одну и ту же область слоя. Таким образом, сама динамика транспортировки становится фактором выравнивания энергетического воздействия.

Практическая апробация конструкции показала, что конечная влажность 8–9 % достигается при существенном сокращении продолжительности процесса по сравнению с традиционной конвективной сушкой. При этом сохраняется характерная эластичность шишек: центральный стерженёк остаётся гибким, а чешуйки приобретают равномерную серовато-зелёную окраску без признаков потемнения. Органолептические испытания подтверждают сохранение типичного ароматического профиля.

С энергетической точки зрения применение СВЧ-технологии позволяет снизить удельные затраты за счёт объёмного нагрева и уменьшения времени пребывания продукта в установке. Отсутствие необходимости в длительном прогреве металлических элементов сушильной камеры также сокращает тепловые потери. Керамический П-образный желоб, прозрачный для микроволн, минимизирует экранирование поля и способствует концентрации энергии непосредственно в материале.

Сравнительный анализ с ранее предложенными резонаторными схемами показывает, что использование только конических или только тороидальных камер не обеспечивает столь гибкого управления процессом. Именно сочетание различных геометрических форм позволяет адаптировать

распределение поля к изменяющимся диэлектрическим свойствам сырья на разных стадиях обезвоживания.

В более широком контексте предложенная технология соответствует тенденциям «зелёной» трансформации аграрного производства. Сокращение энергопотребления и повышение качества продукции формируют основу для устойчивого развития хмелеводства. Возможность масштабирования установки и интеграции в фермерские хозяйства делает её перспективной для регионов, ориентированных на расширение собственной сырьевой базы.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку адаптивной системы автоматического управления, учитывающей текущую влажность и температуру слоя в реальном времени. Интеграция датчиков диэлектрических свойств позволит динамически корректировать мощность магнетронов и скорость транспортёра, обеспечивая ещё более точное соблюдение технологических параметров.

На основе выполненных ранее исследований удалось:

– обосновать применение комбинированных резонаторов для непрерывной обработки растительного сырья;

– разработать конструкцию сушильной установки с электромагнитным энергоподводом;

– реализовать равномерное распределение электромагнитного поля в движущемся слое продукта;

– обеспечить согласование толщины слоя материала с глубиной проникновения СВЧ-энергии;

– создать технологию непрерывной сушки с одновременным пастеризующим эффектом.

Предложенная технология является дальнейшим развитием электрофизических методов переработки сельскохозяйственного сырья и позволяет расширить область применения СВЧ-энергии в агропромышленном комплексе, а комбинированная СВЧ-конвективная сушилка непрерывного действия представляет собой комплексное инженерное решение, объединяющее достижения электродинамики, тепломассообмена и агротехнологии. Её применение позволяет перейти от эмпирического регулирования режима сушки к научно обоснованному управлению процессом, ориентированному на сохранение биохимической ценности хмеля и повышение эффективности агропромышленного производства.

Список литературы

1. Кириллов, Н. К. СВЧ-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна: патент RU 2489068 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.08.2013; заявка № 2012100432/13 от 10.01.2012 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова, А. А. Белов. – EDN GBZQME.
2. Новикова, Г. В. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1(79). – С. 129–130. – EDN TKSCFF.
3. Белов, А. А. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: патент RU 2584029 C1 Рос. Федерация: опубл. 20.05.2016; заявка № 2015102653/13 от 27.01.2015 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, А. И. Дорофеева, И. М. Селиванов. – EDN ZEROEH.
4. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
5. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
6. Осокин, В. Л. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: патент RU 2641705 C1 Рос. Федерация: опубл. 22.01.2018; заявка № 2016148587 от 09.12.2016 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова. – EDN LFQEUF.
7. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16–28. – EDN TYJBAI.
8. Шевелев, А. В. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124–130. – EDN PMCCYM.
9. Новикова, Г. В. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда: патент RU 2770496 C1 Рос. Федерация: опубл. 18.04.2022; заявка № 2021127581 от 21.09.2021 / Г. В. Новикова, А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, В. Ф. Сторчевой, М. С. Жужин, Т. Е. Кондраненкова. – EDN SKRVZR.
10. Михайлова, О. В. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, А. В. Шевелев, Е. Д. Михайлова // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 12(139). – С. 54–65. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. – EDN JEEHXA.
11. Novikova, G. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova, D. Dulepov, P. Zaitsev, A. Shevelev // IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 604. – P. 012008. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012008. – EDN XYIYHE.
12. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 17–25. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. – EDN GETRDI.
13. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 6(133). – С. 32–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. – EDN CNOBQC.
14. Шевелев, А. В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 46–56. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. – EDN RQTNRO.
15. Новикова, Г. В. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент RU 2744423 C1 Рос. Федерация: опубл. 09.03.2021; заявка № 2020131230 от 22.09.2020 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN YZUWWW.
16. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
17. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – № 2(42). – С. 6–12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
18. Белов, А. А. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья: патент RU 2629159 C1 Рос. Федерация: опубл. 24.08.2017; заявка № 2016133524 от 15.08.2016 / А. А. Белов [и др.]. – EDN HAXMCU.
19. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38–40. – EDN KVBMTV.
20. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83–86. – EDN RSCCAF.
21. Жданкин, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61–71. – EDN VVCJOP.
22. Белов, А. А. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7–9. – EDN UXPZCT.
23. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова [и др.] // Известия ОГАУ. – 2023. – № 5(103). – С. 154–160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
24. Белова, М. В. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке: патент RU 2592861 C1 Рос. Федерация: опубл. 27.07.2016; заявка № 2015119313/07 от 21.05.2015 / М. В. Белова [и др.]. – EDN ZEWEUX.
25. Коробков, А. Н. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов: патент RU 2586160 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.06.2016; заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014 / А. Н. Коробков [и др.].
26. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов [и др.] // Известия СПбГАУ. – 2023. – № 4(73). – С. 126–137.
27. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 369–381. – DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
28. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов [и др.] // Известия ОГАУ. – 2024. – № 2(106). – С. 176–185. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. – EDN DCRAAX.
29. Новикова, Г. В. СВЧ-установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов: патент RU 2803127 C1 Рос. Федерация: опубл. 06.09.2023; заявка № 2023115058 от 08.06.2023 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN OHWPJY.
30. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 4(143). – С. 55–66. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. – EDN MIRJTR.
31. Prosviryakova, M. V. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 52. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
32. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова [и др.] // Известия ОГАУ. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
33. Новикова, Г. В. Двухмодульная СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива: патент RU 2752938 C1 Рос. Федерация: опубл. 11.08.2021; заявка № 2020141711 от 17.12.2020 / Г. В. Новикова [и др.]. – EDN RICROV.
34. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ-установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами: № 2020104252: заявл. 30.01.2020: опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, И. А. Сорокин, А. А. Тихонов, А. В. Казаков. – EDN LBFHUW.

35. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ-установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК: сб. ст. науч.-практ. конф, посвященной памяти академика РАСХН, д-ра техн. наук, проф. И. Ф. Бородина (90 лет со дня рождения). – 2019. – С. 111–119. – EDN XFSGBR.

УДК 664.8.047:621.365.5

Горячева Н.Г., Суслов С.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХМЕЛЯ НА ОСНОВЕ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ СВЧ-КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ

Аннотация: В работе представлена энергоэффективная технология переработки хмеля на основе СВЧ-конвективной сушки, обеспечивающая ускоренное и равномерное удаление влаги при сохранении биологически активных веществ и ароматических компонентов сырья. Использование резонаторной системы специальной формы позволяет сформировать устойчивое распределение электромагнитной энергии и реализовать саморегулируемый режим обезвоживания, при котором интенсивность нагрева автоматически снижается по мере уменьшения влажности хмеля. Предложенная технология обеспечивает сокращение времени переработки и снижение энергозатрат при одновременном повышении стабильности качества высушенного продукта.

Ключевые слова: интенсификация технологических процессов, качество хмеля, микроволновая энергия, непрерывный процесс, переработка хмеля, резонаторные камеры, СВЧ-обработка, СВЧ-установка, сельскохозяйственное сырьё, сушка хмеля, термообработка растительного сырья, хмель, электрофизические методы обработки, энергосбережение,

Проведённые исследования, посвящённые совершенствованию технологий переработки хмеля, базируются на значительном научно-техническом заделе, сформированном в процессе создания и модернизации электротехнологических установок с использованием сверхвысокочастотного электромагнитного энергоподвода. Основные принципы построения рабочих камер СВЧ-установок непрерывного действия, обеспечивающих равномерность нагрева и электромагнитную безопасность технологического процесса, были сформулированы в ряде работ, посвящённых созданию специализированных резонаторных систем для термообработки сельскохозяйственного сырья [1; 23; 33]. Проведённые исследования показали, что эффективность переработки биологических материалов во многом определяется геометрией рабочей камеры и условиями согласования источника электромагнитной энергии с нагрузкой [22; 29].

Значительный вклад в развитие СВЧ-технологий внесли исследования, посвящённые созданию установок непрерывно-поточного действия, предназначенных для обработки различных видов сельскохозяйственного сырья. Разработанные конструкции позволили реализовать устойчивые режимы объёмного нагрева при сохранении требуемых технологических параметров процесса [5; 10; 23]. Экспериментальные данные подтвердили возможность эффективного использования СВЧ-энергии при переработке сырья различной структуры и влажности [9; 27].

Особое внимание в предшествующих исследованиях уделялось разработке резонаторов нетрадиционной формы, обеспечивающих равномерное распределение электромагнитного поля в рабочем объёме. Использование нестандартных резонаторных систем позволило существенно повысить коэффициент использования энергии и снизить отражённую мощность [2; 25; 28]. Эти результаты послужили основой для дальнейшего совершенствования конструкций СВЧ-установок и разработки новых технологических решений.

В ряде работ были разработаны установки непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева биологических материалов, что позволило исследовать закономерности взаимодействия электромагнитного поля с влажным сырьём [3; 7; 8]. Экспериментальные исследования подтвердили возможность получения равномерного распределения температуры при правильно выбранных параметрах резонаторной системы [4; 12].

Полученные результаты были дополнительно подтверждены экспериментами по созданию СВЧ-установок с нетрадиционными резонаторами, обеспечивающими устойчивый режим нагрева при изменяющихся свойствах обрабатываемого материала [11; 20]. Анализ показал, что применение

коаксиально расположенных резонаторов позволяет обеспечить более эффективное распределение электромагнитной энергии и повысить стабильность технологического процесса [20].

Важным направлением исследований стало создание установок для переработки жиросодержащего сырья, где СВЧ-нагрев использовался для ускорения тепломассообменных процессов. Разработанные конструкции позволили реализовать эффективные режимы извлечения жира и термообработки биологических материалов [6; 17; 21]. Исследования показали, что объёмный нагрев существенно ускоряет процессы фазовых превращений и повышает производительность оборудования [9; 17].

Применение различных типов резонаторов позволило установить влияние геометрии рабочей камеры на характер распределения электромагнитной энергии. Были разработаны установки с тороидальными, коническими и биконическими резонаторами, обеспечивающими различные режимы обработки сырья [14; 15; 26]. Экспериментальные исследования подтвердили, что изменение формы резонатора позволяет управлять пространственным распределением энергии и адаптировать установку к конкретному технологическому процессу [25; 28].

Значительный интерес представляют работы, посвящённые разработке установок для термообработки мясного сырья и отходов животного происхождения, где были исследованы режимы интенсивного объёмного нагрева в непрерывном режиме [18; 19; 21]. Полученные результаты показали высокую эффективность использования СВЧ-энергии при переработке материалов сложной структуры [17; 19].

Развитие СВЧ-технологий сопровождалось созданием специализированных установок для обработки различных видов сырья, включая восковое сырьё и продукты пчеловодства. Исследования показали, что объёмный нагрев обеспечивает эффективное протекание фазовых превращений и способствует повышению качества получаемой продукции [22; 24; 32]. Применение полусферических и других сложных резонаторов позволило получить устойчивые режимы нагрева и повысить энергетическую эффективность процесса [24; 32].

Отдельное направление исследований было связано с разработкой установок для пастеризации и термообработки жидких продуктов. Проведённые исследования подтвердили возможность эффективного использования СВЧ-нагрева для обеззараживания и тепловой обработки пищевого сырья [13; 29]. Использование радиоволновых технологий позволило обеспечить высокую степень обеззараживания при относительно мягком тепловом воздействии [29].

Практическая реализация СВЧ-технологий потребовала решения задач электромагнитной безопасности. В результате были разработаны конструкции рабочих камер и систем экранирования, обеспечивающие минимальные утечки электромагнитного излучения [1; 16]. Применение радиогерметичных элементов позволило создать установки, пригодные для эксплуатации в производственных условиях [16].

Существенный вклад в развитие электротехнологий внесли исследования, направленные на применение электромагнитных полей для обработки сыпучих материалов и сельскохозяйственной продукции. В частности, были разработаны установки для обеззараживания сыпучего сырья и предпосадочной обработки растительных материалов [30; 31]. Эти исследования подтвердили универсальность СВЧ-нагрева и возможность его использования для широкого круга технологических процессов [30; 31].

Развитие СВЧ-технологий в сельском хозяйстве сопровождалось созданием различных электротехнических устройств, предназначенных для обработки биологических объектов. Исследования показали, что воздействие электромагнитных полей может эффективно использоваться как при переработке сырья, так и при выполнении вспомогательных технологических операций [35].

Таким образом, накопленный опыт разработки СВЧ-установок непрерывного действия для переработки сельскохозяйственного сырья позволил сформировать научно-техническую основу для создания специализированных систем переработки хмеля. Результаты выполненных исследований показали, что использование объёмного электромагнитного нагрева обеспечивает высокую эффективность тепломассообменных процессов и позволяет реализовать устойчивые режимы переработки растительного сырья при сохранении его качественных характеристик. Хмель является одной из наиболее ценных сельскохозяйственных культур, используемых в пивоваренной промышленности, фармацевтике и пищевой технологии. Качество хмеля в значительной степени определяется условиями его первичной переработки, среди которых решающую роль играет процесс сушки. Свежесобранные шишки хмеля содержат до 75–80 % влаги, что делает их крайне нестабильным сырьём, склонным к быстрому микробиологическому разложению и потере ароматических веществ. При отсутствии своевременной обработки уже через несколько часов после сбора начинается интенсивное разрушение смол и эфирных масел, что приводит к снижению технологической ценности продукта.

Сушка является обязательной стадией переработки хмеля, обеспечивающей снижение влажности до уровня 8–12 %, при котором обеспечивается длительное хранение сырья без потери

качества. Однако существующие методы сушки обладают рядом существенных недостатков. Традиционные хмелесушилки конвективного типа используют нагретый воздух температурой 55–65 °C, проходящий через неподвижный слой сырья. При таком способе тепло передаётся от поверхности шишек к внутренним слоям путём теплопроводности, что приводит к возникновению значительных температурных градиентов.

В результате наружные слои перегреваются и пересушиваются, тогда как внутренняя часть шишек остаётся влажной. Это приводит к неравномерности конечной влажности и снижению качества продукта. Особенно чувствительными к перегреву являются эфирные масла, определяющие ароматические свойства хмеля. Потери эфирных масел при традиционной сушке могут достигать 25–30 %, что существенно снижает пивоваренную ценность сырья.

Дополнительным недостатком конвективных методов является высокая энергоёмкость процесса. Значительная часть тепловой энергии расходуется на нагрев воздуха и конструкционных элементов сушилки, тогда как непосредственно на испарение влаги используется лишь ограниченная доля энергии. В условиях роста стоимости энергоресурсов проблема повышения энергоэффективности переработки хмеля приобретает особую актуальность.

Одним из перспективных направлений совершенствования технологий переработки растительного сырья является применение электромагнитных полей сверхвысокой частоты. В отличие от конвективного нагрева, при котором тепло подводится к поверхности материала, СВЧ-нагрев обеспечивает объёмное выделение тепла непосредственно внутри продукта. Это достигается за счёт взаимодействия электромагнитного поля с полярными молекулами воды, которые совершают вынужденные колебания и преобразуют электромагнитную энергию в тепло.

Особенно эффективным СВЧ-нагрев оказывается при переработке хмеля, поскольку данный материал характеризуется высоким содержанием влаги и развитой капиллярно-пористой структурой. Объёмный характер нагрева приводит к возникновению градиента давления водяного пара, направленного из внутренних слоёв к поверхности, что существенно ускоряет процесс удаления влаги.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение СВЧ-технологий в переработку хмеля ограничено рядом технических проблем. Основной из них является неравномерность распределения электромагнитного поля в рабочем объёме сушильных камер. В цилиндрических резонаторах образуются стоячие волны, приводящие к возникновению зон повышенной и пониженной напряжённости поля. В результате отдельные участки слоя хмеля перегреваются, тогда как другие остаются недостаточно прогретыми.

Неравномерность нагрева является основной причиной ухудшения качества СВЧ-высушенного хмеля в установках традиционной конструкции. Локальные перегревы приводят к разрушению смол и ароматических веществ, тогда как недосушенные зоны ухудшают стабильность хранения.

Повышение эффективности переработки хмеля возможно только при условии создания таких сушильных систем, в которых электромагнитная энергия распределяется равномерно по всему рабочему объёму. Решение этой задачи связано с разработкой резонаторов новой геометрии, обеспечивающих пространственное перераспределение электромагнитного поля.

Одним из наиболее перспективных направлений является применение резонаторов с эллиптическим поперечным сечением. В отличие от цилиндрических камер, эллиптическая форма обеспечивает более равномерное распределение электромагнитной энергии и уменьшение отражений от стенок резонатора. Это позволяет создать устойчивое объёмное поле без выраженных максимумов и минимумов напряжённости.

Особенно важным преимуществом эллиптического резонатора является возможность формирования зоны максимальной плотности энергии в центральной части камеры, где располагается основной объём обрабатываемого хмеля. Такое распределение энергии обеспечивает более эффективное использование мощности источников СВЧ-излучения и повышение равномерности нагрева.

Применение эллиптического коаксиального резонатора позволяет реализовать новый подход к переработке хмеля, основанный на принципе саморегулируемого обезвоживания. В процессе сушки диэлектрические свойства хмеля изменяются вследствие уменьшения содержания влаги. Это приводит к изменению характера взаимодействия материала с электромагнитным полем и естественному снижению интенсивности нагрева.

Таким образом создаётся режим, при котором система автоматически адаптируется к состоянию сырья без применения сложных систем управления. Подобный эффект особенно важен при переработке хмеля, так как данный материал характеризуется значительной неоднородностью структуры и влажности.

Разработка энергоэффективных технологий переработки хмеля на основе саморегулируемого СВЧ-нагрева представляет собой актуальную научно-техническую задачу, решение которой позволит повысить качество продукции и снизить энергозатраты в хмелеводстве.

Целью настоящей работы является разработка и теоретическое обоснование энергоэффективной технологии переработки хмеля на основе СВЧ-конвективной сушки с использованием эллиптического коаксиального резонатора.

Переработка хмеля представляет собой технологический процесс, в котором сушка играет ключевую роль, определяя качество конечного продукта и возможность его длительного хранения. В условиях промышленного производства хмель после сбора поступает на первичную переработку практически без промежуточного хранения, поскольку уже через несколько часов после отделения шишек от растения начинается интенсивное биохимическое разложение. При высокой влажности активизируются ферментативные процессы и развивается микрофлора, что приводит к потере ароматических веществ и снижению содержания альфа-кислот. Поэтому эффективность всей системы переработки во многом определяется тем, насколько быстро и равномерно осуществляется обезвоживание сырья.

В традиционных технологических линиях переработки хмеля основной операцией является конвективная сушка в стационарных или шахтных сушилках. Свежесобранные шишки подаются на решётчатые поддоны или транспортерные ленты, после чего через слой материала пропускается нагретый воздух. Несмотря на относительную простоту оборудования, такой способ отличается значительной продолжительностью процесса. В зависимости от влажности исходного сырья и толщины слоя продолжительность сушки может достигать нескольких часов. За это время происходит частичная потеря эфирных масел, а также изменение естественного цвета шишек. Кроме того, из-за неравномерного распределения воздушного потока отдельные участки слоя высушиваются быстрее других, что приводит к значительной неоднородности остаточной влажности.

В условиях современной переработки хмеля возрастают требования к качеству готового продукта. Для пивоваренной промышленности важна стабильность химического состава, а также сохранение ароматических характеристик. Это требует более точного управления тепловым воздействием на сырьё. Использование СВЧ-энергии позволяет принципиально изменить характер процесса, поскольку тепло образуется непосредственно внутри материала. Такой способ нагрева особенно эффективен для хмеля благодаря его пористой структуре и высокому содержанию влаги.

При разработке технологии переработки хмеля на основе СВЧ-нагрева особое внимание уделяется организации непрерывного движения сырья через рабочую камеру. Непрерывно-поточный режим обеспечивает стабильность параметров процесса и позволяет согласовать производительность установки с объёмами поступающего сырья. Шишки хмеля подаются через загрузочное устройство в рабочую камеру, где распределяются равномерным слоем на диэлектрической транспортерной ленте. Толщина слоя выбирается таким образом, чтобы обеспечить эффективное проникновение электромагнитной энергии и одновременно сохранить высокую производительность установки.

По мере движения транспортера хмель проходит несколько зон обработки, отличающихся интенсивностью электромагнитного воздействия и параметрами воздушного потока. В начальной части установки происходит мягкий прогрев сырья. В этот период удаляется свободная влага, находящаяся на поверхности шишек и в межклеточных пространствах. Температура материала увеличивается постепенно, что предотвращает разрушение клеточных структур и сохраняет естественную форму шишек. На этой стадии особенно важно избежать резкого повышения температуры, поскольку это может привести к преждевременному испарению эфирных масел.

После начального прогрева хмель поступает в зону более интенсивного воздействия. Здесь основную роль играет внутренний нагрев, возникающий под действием СВЧ-поля. Влага начинает активно перемещаться из внутренних слоёв к поверхности. Благодаря пористой структуре шишек образующиеся пары легко удаляются через промежутки между чешуйками. Одновременно осуществляется продувка слоя тёплым воздухом, который удаляет испаряющуюся влагу из рабочей камеры. Такое сочетание электромагнитного и конвективного воздействия обеспечивает устойчивый режим обезвоживания.

В отличие от традиционных сушилок, где тепло подводится снаружи, здесь основной поток энергии направлен из центра материала к поверхности. Это приводит к выравниванию влажности по толщине слоя и уменьшает вероятность образования недосушенных участков. Особенно важным является то обстоятельство, что нагрев происходит относительно равномерно по всему объёму шишек. В результате сохраняется структура лупулиновых железок, содержащих смолы и эфирные масла.

По мере продвижения материала вдоль рабочей камеры влажность постепенно снижается. Одновременно уменьшается интенсивность поглощения электромагнитной энергии. В результате температура материала стабилизируется и процесс переходит в завершающую стадию. На этом этапе удаляется остаточная связанная влага и формируется конечная влажность продукта. Благодаря постепенному характеру обезвоживания удаётся избежать пересушивания и сохранить естественную эластичность шишек.

Важной особенностью предлагаемой технологии переработки хмеля является равномерное распределение электромагнитной энергии внутри рабочей камеры. Это достигается за счёт применения резонаторной системы специальной формы. Электромагнитное поле формируется таким образом, чтобы основная часть энергии приходилась на центральную область, где расположен слой материала. Такое распределение энергии обеспечивает более эффективное использование мощности источников СВЧ-излучения и способствует равномерному прогреву сырья.

Дополнительную роль играет перемещение хмеля на транспортере. Даже при наличии небольших локальных неоднородностей поля движение материала приводит к усреднению теплового воздействия. Каждая часть слоя последовательно проходит через различные зоны поля, в результате чего достигается высокая равномерность конечной влажности.

Существенным элементом технологии переработки хмеля является организация воздухообмена. В процессе обезвоживания выделяется значительное количество водяного пара, который необходимо непрерывно удалять из рабочей камеры. Если этого не делать, влажность воздуха возрастает и скорость испарения уменьшается. Поэтому установка снабжается системой принудительной вентиляции, обеспечивающей удаление влажного воздуха и подачу свежего.

Воздушный поток выполняет несколько функций. Он удаляет водяной пар, стабилизирует температурный режим и предотвращает конденсацию влаги на внутренних поверхностях установки. Кроме того, движение воздуха способствует выравниванию температуры по всему объёму рабочей камеры.

Особое значение имеет обеспечение электромагнитной безопасности установки. Подача и удаление воздуха осуществляются через каналы специальной формы, которые препятствуют распространению СВЧ-излучения за пределы рабочей камеры. Благодаря этому установка может эксплуатироваться в производственных условиях без дополнительных защитных экранов.

Важной особенностью предложенной технологии является возможность её адаптации к различным условиям переработки. Производительность установки может изменяться за счёт регулирования скорости движения транспортера и мощности источников излучения. Это позволяет использовать оборудование как в крупных хозяйствах, так и в небольших перерабатывающих комплексах.

Практические испытания показали, что применение СВЧ-конвективной технологии позволяет значительно ускорить процесс переработки хмеля. Продолжительность сушки уменьшается почти в полтора раза по сравнению с традиционными методами. При этом достигается высокая равномерность остаточной влажности и сохраняются естественные свойства продукта.

Особенно важным результатом является сохранение ароматических характеристик хмеля. Благодаря сокращению времени теплового воздействия потери эфирных масел оказываются значительно меньше, чем при традиционной сушке. Это повышает технологическую ценность сырья и улучшает качество продукции пивоваренной промышленности.

В энергетическом отношении предложенная технология также обладает существенными преимуществами. Значительная часть подводимой энергии преобразуется непосредственно в тепло внутри материала, что снижает потери на нагрев окружающей среды и конструкционных элементов установки. Это позволяет уменьшить удельные энергозатраты и повысить экономическую эффективность переработки.

Поэтому, применение СВЧ-конвективной технологии с использованием резонаторной системы специальной формы создаёт условия для эффективной переработки хмеля, обеспечивающей высокое качество готового продукта при снижении энергозатрат и сокращении продолжительности процесса.

Одной из наиболее существенных особенностей предлагаемой технологии переработки хмеля является способность процесса сушки протекать в саморегулируемом режиме. В отличие от традиционных методов, где интенсивность нагрева определяется исключительно параметрами теплоносителя и требует постоянного контроля, при СВЧ-конвективной переработке значительная часть регулирования осуществляется за счёт физических свойств самого материала. Хмель в процессе обезвоживания непрерывно изменяет свои электрические и теплофизические характеристики, и именно эти изменения определяют характер взаимодействия сырья с электромагнитным полем.

На начальной стадии переработки, когда влажность шишек максимальна, материал активно поглощает электромагнитную энергию. Влага, содержащаяся в клетках и капиллярах, обладает высокой полярностью и эффективно взаимодействует с полем сверхвысокой частоты. В этот период происходит интенсивное выделение тепла непосредственно внутри объёма шишек. Температура быстро повышается до значений, при которых начинается активное испарение влаги. Образующийся водяной пар создаёт внутреннее давление, направленное к поверхности шишек, что вызывает ускоренное перемещение влаги из внутренних слоёв. Такой режим особенно благоприятен для переработки хмеля, поскольку позволяет удалить значительную часть влаги за короткое время без перегрева наружных слоёв.

По мере продвижения хмеля вдоль рабочей камеры содержание влаги постепенно уменьшается. Это приводит к снижению способности материала поглощать электромагнитную энергию. В результате интенсивность нагрева уменьшается автоматически, без изменения режима работы источников излучения. Температура материала стабилизируется, а процесс испарения переходит в более мягкий режим. Такое естественное снижение теплового воздействия предотвращает пересушивание и способствует сохранению биологически активных веществ.

Особенно важным является то обстоятельство, что уменьшение влажности происходит неравномерно по всему объёму слоя. В отдельных участках шишек сохраняются зоны повышенной влажности. Эти зоны продолжают интенсивно поглощать электромагнитную энергию и нагреваются сильнее окружающих областей. Благодаря этому процесс обезвоживания приобретает направленный характер. Энергия концентрируется преимущественно там, где остаётся больше влаги, что способствует выравниванию влажности по всему объёму материала.

Такой механизм можно рассматривать как естественную форму автоматического управления процессом переработки хмеля. В отличие от традиционных сушилок, где регулирование осуществляется с помощью датчиков температуры и влажности, здесь управление происходит на уровне взаимодействия электромагнитного поля с материалом. Это повышает устойчивость процесса и уменьшает зависимость качества продукта от внешних факторов.

Стабильность режима переработки хмеля определяется также особенностями распределения электромагнитной энергии внутри рабочей камеры. Использование резонаторной системы специальной формы позволяет сформировать устойчивое поле, в котором отсутствуют выраженные зоны перегрева. Энергия распределяется по рабочему объёму таким образом, что основной поток приходится на область расположения материала. Благодаря этому достигается равномерное тепловое воздействие на слой хмеля по всей ширине транспортера.

Важным фактором является также изменение условий взаимодействия материала с электромагнитным полем по мере снижения влажности. По мере обезвоживания изменяются электрические свойства хмеля, что приводит к перестройке распределения поля внутри рабочей камеры. Такая перестройка происходит непрерывно и сопровождается перераспределением плотности энергии. В результате сохраняется устойчивый режим нагрева, несмотря на изменение свойств материала.

Практические наблюдения показывают, что процесс переработки хмеля в таких условиях протекает более равномерно, чем при использовании традиционных сушилок. Разница влажности между различными участками слоя оказывается минимальной. Это особенно важно при последующем хранении, поскольку неоднородность влажности является основной причиной порчи высушенного хмеля.

Саморегулируемый характер процесса оказывает положительное влияние и на энергетическую эффективность переработки. На начальных стадиях значительная часть энергии расходуется на испарение влаги, тогда как на завершающих этапах потребление энергии автоматически уменьшается. В результате снижаются общие энергозатраты при сохранении высокой производительности установки.

Особое значение предложенная технология имеет для сохранения качества хмеля. При традиционной сушке значительная часть времени материал находится при повышенной температуре, что приводит к разрушению ароматических веществ. При СВЧ-конвективной переработке время пребывания при высокой температуре существенно меньше. Это позволяет сохранить естественный аромат и цвет шишек.

Дополнительным преимуществом является снижение микробиологической обсеменённости продукта. В процессе СВЧ-нагрева происходит уничтожение значительной части микроорганизмов, присутствующих на поверхности и внутри шишек. При этом тепловое воздействие оказывается достаточно мягким и не приводит к разрушению биологически активных веществ.

Опыт переработки показывает, что высушенный хмель сохраняет естественную форму шишек и обладает хорошей сыпучестью. Чешуйки остаются эластичными и не разрушаются при механическом воздействии. Это облегчает последующую транспортировку и упаковку продукта.

Особенно важным результатом применения данной технологии является повышение стабильности качества переработанного хмеля. Независимо от исходной влажности сырья удаётся получить продукт с одинаковыми характеристиками. Это существенно упрощает организацию промышленной переработки и повышает её экономическую эффективность.

Предложенная технология может быть использована не только на крупных предприятиях, но и в небольших фермерских хозяйствах. Компактность оборудования и возможность регулирования производительности позволяют адаптировать установку к различным условиям переработки. Это особенно важно для регионов, где хмелеводство развивается на основе небольших хозяйств.

Развитие технологий переработки хмеля связано с повышением требований к энергоэффективности и экологической безопасности производства. Использование СВЧ-конвективного нагрева позволяет снизить расход топлива и уменьшить выбросы продуктов сгорания.

Это делает предложенную технологию более экологически безопасной по сравнению с традиционными методами.

Таким образом, применение СВЧ-конвективной технологии с саморегулируемым режимом нагрева позволяет создать эффективную систему переработки хмеля, обеспечивающую высокое качество продукции при снижении энергозатрат и сокращении времени обработки. Особенности взаимодействия электромагнитного поля с влажным растительным сырьём создают условия для устойчивого процесса обезвоживания, который автоматически адаптируется к состоянию материала.

Список литературы

1. Новикова, Г. В. Рабочие камеры СВЧ-установок для термообработки сырья в непрерывном режиме с соблюдением электромагнитной безопасности / Г. В. Новикова, В. Л. Осокин, А. А. Тихонов // Передовые достижения в применении автоматизации, роботизации и электротехнологий в АПК : сб. ст. науч.-практ. конф., посвященной памяти академика РАСХН И. Ф. Бородина (90 лет со дня рождения). – 2019. – С. 111–119. – EDN XFSGBR.
2. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов, М. Е. Фёдоров, П. Н. Романов // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
3. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия с усечёнными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020131230 : заявл. 22.09.2020 : опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, И. М. Замятина, А. А. Тихонов. – EDN YZUWWW.
4. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45–55. – EDN OVQATU.
5. Prosviryakova, M. V. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov, O. V. Mikhailova, A. A. Tikhonov // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. – Kazan, 2022. – Vol. 52. – Article 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
6. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов, М. Е. Фёдоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
7. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация. Двухмодульная СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, И. Г. Ершова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов. – EDN RICROV.
8. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, И. А. Сорокин, А. А. Тихонов, А. В. Казаков. – EDN LBFHUW.
9. Просвирякова, М. В. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96–105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
10. Novikova, G. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova, D. Dulepov, A. Tikhonov, D. Tarakanov, N. Kirillov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Article 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.
11. Патент № 2732722 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с нетрадиционными резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива в непрерывном режиме : № 2020107761 : заявл. 19.02.2020 : опубл. 22.09.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов, А. В. Казаков. – EDN LENKJD.
12. Новикова, Г. В. СВЧ-установка непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 108–113. – EDN ZCQHSU.
13. Новикова, Г. В. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, М. Е. Фёдоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126–133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
14. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : № 2024104764 : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN KHPKEC.
15. Патент № 2818824 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных : № 2023123874 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 06.05.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.]. – EDN JLVYNA.
16. Тихонов, А. А. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, М. Е. Фёдоров, Д. Д.

Коршиков // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2025. – С. 278–285. – EDN YHPJCU.
17. Тихонов, А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для термообработки жиросодержащего мясного сырья / А. А. Тихонов, Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Д. Д. Коршиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 136–141. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-105-1-137-141. – EDN TEQVYK.
18. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация. Микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : № 2024112577 : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. А. Басонов, М. В. Просвирякова, М. Е. Фёдоров, Д. В. Поручиков, Д. Д. Коршиков. – EDN XAKIMM.
19. Патент № 2831716 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023132692 : заявл. 05.12.2023 : опубл. 12.12.2024 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Е. В. Воронов, В. Ф. Сторчевой, М. Е. Фёдоров, Д. Д. Коршиков. – EDN DSKUBK.
20. Тихонов, А. А. Установка с СВЧ-энергоподводом в коаксиально расположенные резонаторы для термообработки мясного сырья / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, Г. В. Новикова, Д. Д. Коршиков, А. А. Монев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2023. – С. 470–473. – EDN FCHRLV.
21. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных : № 2023120303 : заявл. 01.08.2023 : опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, О. А. Басонов, М. Е. Фёдоров, Д. Д. Коршиков. – EDN MBTIXI.
22. Novikova, G. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova, D. Dulepov, P. Zaitsev, A. Shevelev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Article 012008. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012008. – EDN XYIYHE.
23. Михайлова, О. В. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, А. В. Шевелев, Е. Д. Михайлова // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 12(139). – С. 54–65. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. – EDN JEEHXA.
24. Новикова, Г. В. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда / Г. В. Новикова, А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова, В. Ф. Сторчевой, М. С. Жужин, Т. Е. Кондраненкова. – EDN SKRVZR.
25. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья : № 2021127581 : заявл. 21.09.2021 : опубл. 18.04.2022 / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(106). – С. 176–185. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. – EDN DCRAAX.
26. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ-установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN OHWPJY.
27. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 4(143). – С. 55–66. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. – EDN MIRJTR.
28. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154–160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
29. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
30. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
31. Патент № 2641705 C1 Российская Федерация. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме : № 2016148587 : заявл. 09.12.2016 : опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова. – EDN LFQEUF.
32. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16–28. – EDN TYJBAI.
33. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6–12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
34. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова. – EDN HAXMCU.
35. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38–40. – EDN KVBMTV.

УДК 664.8.047:621.365.5

Горячева Н.Г., Кучин Н.Н.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ХМЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ЭНЕРГОПОДВОДА

Аннотация. В работе представлены результаты исследований процесса переработки хмеля с применением электрофизических методов воздействия и разработанной СВЧ-установки непрерывного действия. На основе анализа существующих технических решений и ранее выполненных исследований в области микроволновой обработки сельскохозяйственного сырья обоснованы конструктивные и технологические параметры оборудования для эффективной сушки и переработки хмеля. Проведённые исследования показали возможность интенсификации технологического процесса, повышения равномерности обработки сырья и снижения энергетических затрат при сохранении качества готовой продукции.

Ключевые слова: интенсификация технологических процессов, качество хмеля, микроволновая энергия, непрерывный процесс, переработка хмеля, резонаторные камеры, СВЧ-обработка, СВЧ-установка, сельскохозяйственное сырьё, сушка хмеля, термообработка растительного сырья, хмель, электрофизические методы обработки, энергосбережение,

Выполненные нами исследования в области переработки хмеля основаны на обширной научной базе, сформированной в результате разработки и совершенствования установок с электромагнитным энергоподводом сверхвысокой частоты. Использование накопленного опыта позволило применить ранее разработанные конструктивные и технологические решения при создании СВЧ-конвективной установки для непрерывной сушки хмеля. Основные принципы построения резонаторных систем и организации непрерывного технологического процесса были сформированы в работах, посвящённых созданию установок для обработки сельскохозяйственного сырья различного назначения [1; 2; 3].

Развитие технологий СВЧ-обработки сельскохозяйственного сырья показало высокую эффективность диэлектрического нагрева при переработке материалов различной структуры и влажности. Проведённые ранее исследования позволили установить закономерности тепломассообмена при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты и обосновать применение непрерывных установок для обработки сыпучих и пористых материалов [2; 12; 13]. Полученные результаты подтвердили возможность интенсификации процессов обезвоживания за счёт объемного выделения тепла непосредственно в материале.

Разработанные ранее СВЧ-установки для обработки зернового сырья позволили сформировать основу для создания непрерывных технологических линий с равномерным распределением электромагнитного поля в рабочем объеме [4; 14; 17]. Использование данных технических решений позволило обеспечить стабильность режимов обработки и повысить эффективность использования подводимой энергии.

Исследования процессов термообработки различных видов сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты позволили определить рациональные параметры нагрева и условия обеспечения равномерности температурного поля [11; 15; 21]. В этих работах были разработаны методы расчёта технологических параметров установок и предложены способы повышения энергоэффективности процессов переработки.

Особое значение для разработки установки переработки хмеля имели исследования, посвящённые проектированию рабочих камер и резонаторов СВЧ-установок [8; 16; 26]. В результате этих исследований были установлены закономерности формирования электромагнитного поля в резонаторах сложной формы и обоснованы методы согласования геометрических параметров рабочих камер с диэлектрическими свойствами сырья.

В ранее выполненных работах были разработаны установки с различными типами резонаторов, включая тороидальные, биконические и конические рабочие камеры, что позволило определить области их рационального применения [9; 23; 24]. Полученные результаты послужили основой для выбора конструктивной схемы хмелесушилки с комбинированной резонаторной системой.

Существенный вклад в разработку установки внесли исследования, посвящённые созданию СВЧ-установок непрерывно-поточного действия [6; 20; 29]. В этих работах были сформулированы основные принципы организации непрерывного перемещения материала через рабочие камеры и обеспечения устойчивых режимов обработки.

Результаты исследований в области разработки установок для переработки жиросодержащего и биологического сырья позволили сформировать подходы к созданию

оборудования с высокой энергетической эффективностью и устойчивыми технологическими параметрами [7; 25; 31]. Эти исследования подтвердили возможность использования комбинированных резонаторов для обработки сырья со сложной структурой.

Дополнительные конструктивные решения были заимствованы из работ, посвящённых разработке установок непрерывного действия с радиогерметичными рабочими камерами и согласованными системами подвода энергии [32; 33; 34]. Использование данных решений позволило повысить эффективность использования электромагнитной энергии и обеспечить электромагнитную безопасность установки.

Исследования резонаторных систем СВЧ-установок позволили обосновать параметры рабочих камер и режимы их работы, обеспечивающие максимальное поглощение энергии обрабатываемым материалом [5; 27; 30]. Полученные результаты использованы при расчёте геометрических параметров резонаторов хмелесушилки.

При разработке установки учитывались также результаты исследований по созданию специализированных СВЧ-устройств различного назначения, позволившие расширить область применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты в сельском хозяйстве [10; 18; 19]. Эти работы подтвердили универсальность электрофизических методов обработки сельскохозяйственного сырья.

Таким образом, опираясь на результаты ранее выполненных исследований, была разработана СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия, в которой реализованы принципы согласования глубины проникновения электромагнитного поля с толщиной слоя материала, равномерного распределения плотности мощности и поэтапного удаления влаги из растительного сырья.

Использование результатов указанных работ позволило:

– разработать конструкцию установки с комбинированной резонаторной системой;

– обеспечить непрерывный режим обработки хмеля;

– реализовать равномерное распределение электромагнитного поля;

– обосновать режимы СВЧ-конвективной сушки;

– повысить энергетическую эффективность процесса переработки хмеля.

Традиционные методы обезвоживания хмеля основаны преимущественно на конвективном подводе тепла, при котором нагретый воздух проходит через слой сырья и удаляет испаряющуюся влагу. Такие методы широко применяются в промышленности благодаря простоте реализации и надежности оборудования. Однако конвективные сушилки характеризуются значительной продолжительностью процесса и повышенными энергетическими затратами. Кроме того, при сушке толстого слоя растительного материала возникают значительные градиенты температуры и влагосодержания, что приводит к неравномерному высушиванию продукта. В результате отдельные участки хмеля могут пересушиваться, тогда как внутренние слои сохраняют повышенную влажность.

Дополнительной проблемой традиционных сушильных установок является невозможность эффективной реализации поэтапного режима удаления влаги. На различных стадиях обезвоживания требуется поддержание разных температурных условий, так как интенсивность испарения и устойчивость биологически активных веществ изменяются по мере уменьшения влагосодержания. В условиях равномерного температурного режима трудно обеспечить оптимальные условия для каждой стадии процесса. Это приводит либо к увеличению времени сушки, либо к ухудшению качества готового продукта.

Применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты открывает новые возможности для интенсификации процессов тепловой обработки растительного сырья. При диэлектрическом нагреве энергия электромагнитного поля преобразуется в тепловую непосредственно в объёме материала. Такой механизм нагрева обеспечивает существенное сокращение продолжительности обработки и позволяет повысить равномерность температурного поля внутри продукта. Эндогенный характер выделения тепла особенно эффективен при обработке пористых биологических материалов, содержащих значительное количество связанной влаги.

При воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты нагрев хмеля происходит за счет дипольной поляризации молекул воды и связанных с ней потерь энергии. В результате тепло выделяется во всем объеме шишек, что приводит к интенсивному росту температуры внутренних слоев. В отличие от конвективного нагрева, при котором тепло распространяется от поверхности к центру за счет теплопроводности, при СВЧ-нагреве формируется обратный температурный градиент. Температура центральных слоев становится выше температуры поверхности, вследствие чего создается избыточное давление водяного пара внутри структуры материала. Это давление способствует интенсивному переносу влаги из внутренних областей к поверхности.

Интенсивность переноса влаги в условиях диэлектрического нагрева определяется совокупностью термодинамических факторов, включая температурные градиенты, градиенты давления пара и распределение напряженности электрического поля. Под действием электромагнитного поля возникает направленный перенос влаги от центральных зон шишек хмеля к

их поверхности. В результате скорость испарения может значительно превышать скорость диффузионного переноса влаги в традиционных условиях сушки.

Однако применение исключительно СВЧ-нагрева не всегда обеспечивает оптимальные условия обезвоживания. При интенсивном эндогенном нагреве испарение влаги может происходить внутри материала, что сопровождается локальным перегревом и разрушением структуры растительного сырья. Для предотвращения таких явлений целесообразно сочетать диэлектрический нагрев с конвективным подводом тепла. В этом случае энергия электромагнитного поля используется преимущественно для создания температурного градиента внутри материала, а удаление влаги осуществляется за счет движения нагретого воздуха вдоль поверхности продукта.

Комбинированное использование конвективного и диэлектрического нагрева позволяет обеспечить наиболее благоприятные условия обезвоживания растительного сырья. При правильно выбранных режимах температура продукта поддерживается ниже температуры кипения воды, что обеспечивает испарение влаги преимущественно на поверхности шишек. Такой режим способствует сохранению эфирных масел и других биологически активных компонентов хмеля.

Несмотря на очевидные преимущества СВЧ-технологий, их применение в непрерывно-поточных сушильных установках связано с рядом технических трудностей. Основными из них являются необходимость обеспечения равномерного распределения электромагнитного поля в рабочем объеме, согласование толщины слоя сырья с глубиной проникновения электромагнитной волны и предотвращение утечек электромагнитного излучения в окружающее пространство. Особенно сложной задачей является обеспечение равномерности нагрева при обработке сырья с высокой начальной влажностью.

При неравномерном распределении электромагнитного поля в рабочей камере возникают зоны повышенной напряженности электрического поля, в которых возможно локальное перегревание материала и возникновение электрических пробоев. В других областях напряженность поля может быть недостаточной для эффективного нагрева, что приводит к увеличению продолжительности процесса. В результате эффективность использования энергии снижается.

Одним из перспективных направлений совершенствования СВЧ-сушильных установок является применение металлодиэлектрических резонаторов, содержащих элементы из материалов с низкими диэлектрическими потерями. Использование диэлектрических элементов позволяет формировать структуру электромагнитного поля с заданными характеристиками и обеспечивать устойчивый режим работы установки. В качестве диэлектрических материалов целесообразно применять фторопласт и техническую керамику, обладающие высокой электрической прочностью и малыми потерями энергии.

Перспективным конструктивным решением является использование диэлектрических направляющих гребенчатого типа, обеспечивающих формирование поверхностных электромагнитных волн и одновременно выполняющих функцию распределения сырья по толщине слоя. Такая конструкция позволяет согласовать геометрические параметры рабочего пространства с глубиной проникновения электромагнитной волны и обеспечить равномерный нагрев материала.

В разработанной конструкции СВЧ-конвективной хмелесушилки реализован непрерывный режим работы, при котором сырье последовательно проходит через несколько резонаторных секций. Каждая секция характеризуется собственным режимом электромагнитного и конвективного воздействия, что позволяет реализовать поэтапный процесс удаления влаги.

Применение многоступенчатого режима обработки обеспечивает постепенное снижение влагосодержания и предотвращает перегрев материала. На первой стадии осуществляется интенсивный эндогенный нагрев сырья с удалением поверхностной влаги. На последующих стадиях происходит более мягкая обработка, направленная на достижение требуемой конечной влажности и стабилизацию структуры продукта.

Основной задачей при разработке установки являлось обеспечение равномерного распределения электромагнитного поля при движении слоя хмеля через резонаторные секции. Для решения этой задачи применены полуцилиндрические резонаторы, содержащие диэлектрические элементы специальной формы. Такая конструкция обеспечивает устойчивое возбуждение электромагнитного поля и уменьшает потери энергии на излучение.

Конструкция разработанной СВЧ-конвективной хмелесушилки ориентирована на реализацию непрерывного технологического процесса с последовательным прохождением сырья через несколько зон обработки. Такая схема позволяет согласовать интенсивность подвода энергии с текущим влагосодержанием материала и обеспечить постепенное удаление влаги без перегрева растительных тканей. Основной принцип функционирования установки основан на сочетании диэлектрического нагрева в электромагнитном поле сверхвысокой частоты и конвективного удаления влаги потоком нагретого воздуха, что обеспечивает высокую интенсивность тепломассообменных процессов при сохранении качества высушиваемого хмеля.

Установка представляет собой многосекционную систему, включающую загрузочное устройство, транспортную систему, резонаторные камеры и узлы подвода электромагнитной энергии.

Все элементы установки смонтированы на жесткой металлической раме, обеспечивающей точное взаимное расположение рабочих узлов и устойчивость конструкции при эксплуатации. Непрерывное перемещение хмеля осуществляется с помощью ленточного транспортёра, выполненного из диэлектрического материала, обладающего низкими потерями электромагнитной энергии и высокой механической прочностью. Применение диэлектрического транспортёра исключает экранирование электромагнитного поля и способствует эффективному использованию энергии магнетронов.

Загрузка сырья производится через приемный бункер, обеспечивающий равномерное распределение шишек хмеля по ширине транспортёра. Конструкция загрузочного устройства предусматривает возможность регулирования толщины слоя, что позволяет согласовать геометрические параметры слоя сырья с глубиной проникновения электромагнитного поля. Поддержание постоянной толщины слоя является важным условием обеспечения равномерности нагрева и стабильности технологического процесса.

После загрузки сырье поступает в первую резонаторную секцию, предназначенную для предварительного нагрева и удаления поверхностной влаги. Рабочая камера выполнена в виде полуцилиндрического металлодиэлектрического резонатора, обеспечивающего устойчивое возбуждение электромагнитного поля и равномерное распределение напряженности электрического поля по ширине транспортёра. Использование полуцилиндрической формы позволяет уменьшить отражение электромагнитной энергии от стенок камеры и повысить эффективность её использования.

Внутренняя поверхность резонаторной камеры выполнена из металла, обладающего высокой электрической проводимостью, что обеспечивает минимальные потери энергии на нагрев стенок. При этом отдельные элементы конструкции изготовлены из диэлектрических материалов, прозрачных для электромагнитного излучения. Сочетание металлических и диэлектрических элементов позволяет формировать структуру электромагнитного поля с требуемыми характеристиками.

Подвод электромагнитной энергии в первую резонаторную секцию осуществляется от магнетронного генератора через прямоугольный волновод. Конструкция волновода обеспечивает согласование генератора с рабочей камерой и минимизацию отраженной мощности. Входной участок волновода снабжен регулирующими элементами, позволяющими изменять условия возбуждения электромагнитного поля и добиваться устойчивого режима работы установки.

Внутри первой резонаторной секции размещены диэлектрические направляющие гребенчатого типа, изготовленные из фторопласта. Эти элементы выполняют сразу несколько функций. Во-первых, они обеспечивают равномерное распределение хмеля по толщине слоя. Во-вторых, направляющие способствуют формированию поверхностных электромагнитных волн, обеспечивающих дополнительное выравнивание плотности мощности в рабочем объёме. В-третьих, диэлектрические элементы предотвращают образование локальных зон повышенной напряженности электрического поля.

Гребенчатые направляющие установлены вдоль движения транспортёра с небольшим шагом, что обеспечивает постепенное перераспределение сырья в процессе его перемещения. При прохождении через направляющие шишки хмеля перемешиваются и занимают более равномерное положение, благодаря чему обеспечивается одинаковая интенсивность нагрева различных участков слоя.

Верхняя часть резонаторной камеры содержит керамические отражающие элементы, выполняющие функцию электромагнитных зеркал. Эти элементы изготовлены из технической керамики с низкими диэлектрическими потерями и высокой электрической прочностью. Керамические отражатели формируют структуру электромагнитного поля таким образом, чтобы максимальная плотность мощности приходилась на слой обрабатываемого материала.

Применение керамических зеркал позволяет уменьшить утечки электромагнитной энергии и повысить коэффициент использования мощности магнетрона. Одновременно снижается вероятность возникновения локальных перегревов, поскольку отражённые волны перераспределяются по всему объёму рабочей камеры.

Для удаления испаряющейся влаги первая резонаторная секция снабжена системой подачи нагретого воздуха. Воздух подается через распределительные каналы, расположенные вдоль боковых стенок камеры. Конструкция каналов обеспечивает равномерное распределение воздушного потока по ширине слоя сырья.

Поток воздуха направлен вдоль поверхности транспортёра и движется навстречу перемещению хмеля. Встречное движение воздуха способствует увеличению относительной скорости потока и улучшению условий тепло- и массообмена. В результате интенсивность удаления влаги возрастает.

После прохождения первой резонаторной секции сырье поступает во вторую секцию, предназначенную для дальнейшего снижения влагосодержания. Конструкция второй секции аналогична первой, однако параметры электромагнитного поля и условия подвода воздуха отличаются. Мощность подводимой энергии во второй секции ниже, чем в первой, что обеспечивает более мягкий режим нагрева.

Снижение интенсивности нагрева на второй стадии необходимо для предотвращения разрушения структуры растительного материала. По мере уменьшения влагосодержания диэлектрические свойства хмеля изменяются, что приводит к уменьшению поглощения электромагнитной энергии. Поэтому параметры работы второй секции выбираются с учетом изменения диэлектрических характеристик сырья.

Транспортная система установки обеспечивает плавное перемещение сырья через все резонаторные секции. Скорость движения транспортёра регулируется с помощью приводного механизма, что позволяет изменять продолжительность обработки в широких пределах. Регулирование скорости транспортёра является одним из основных способов управления технологическим процессом.

Для предотвращения утечек электромагнитного излучения входные и выходные отверстия резонаторных камер снабжены экранирующими устройствами лабиринтного типа. Конструкция лабиринтов обеспечивает многократное отражение электромагнитных волн и предотвращает их выход за пределы рабочей зоны установки.

Использование лабиринтных экранов позволяет обеспечить выполнение требований электромагнитной безопасности без применения дополнительных защитных устройств. Одновременно сохраняется возможность свободного перемещения транспортёра и обрабатываемого материала.

Выходная часть установки снабжена разгрузочным устройством, обеспечивающим аккуратное удаление высушенного хмеля с транспортёра. Конструкция разгрузочного узла предотвращает механическое повреждение шишек и обеспечивает сохранение их структуры.

Разработанная конструкция СВЧ-конвективной хмелесушилки представляет собой комплекс взаимосвязанных узлов, обеспечивающих непрерывное перемещение сырья, равномерное распределение электромагнитного поля и эффективное удаление влаги. Реализованные технические решения позволяют обеспечить устойчивый режим работы установки и высокое качество высушенного продукта.

Список литературы

1. Кириллов, Н. К. СВЧ-индукционная установка барабанного типа для микронизации зерна: патент RU 2489068 C1 Рос. Федерация: опубл. 10.08.2013; заявка № 2012100432/13 от 10.01.2012 / Н. К. Кириллов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова, А. А. Белов. – EDN GBZQME.
2. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхож-дения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государ-ственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198–202. – EDN XYKUTJ.
3. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89–93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
4. Осокин, В. Л. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: патент RU 2641705 C1 Рос. Федерация: опубл. 22.01.2018; заявка № 2016148587 от 09.12.2016 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова. – EDN LFQEUF.
5. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Ми-хайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16–28. – EDN TYJBAI.
6. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива. Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.
7. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе. Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тихонов А.А., Федоров М.Е., Романов П.Н. Вестник НГИЭИ. 2023. № 1 (140). С. 34-43. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. - EDN: MOMWOF.
8. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья. Крайнов Ю.Е., Михайлова О.В., Кириллов Н.К. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (42). С. 6-12.- DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. - EDN: XREQAX.
9. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья. Белов А.А., Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В. Патент на изобретение RU 2629159 C1, 24.08.2017. Заявка № 2016133524 от 15.08.2016. - EDN: HAXMCU.
10. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей. Шишкина Т.П., Кириллов Н.К., Михайлова О.В. Ветеринарный врач. 2009. № 1. С. 38-40. - EDN: KVBMTV.
11. Технология переработки жиросодержащего сырья. Ершова И.Г., Сорокина М.Г., Михайлова О.В. Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2013. № 4-2 (80). С. 83-86. - EDN: RSCCAF.
12. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме. Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Кириллов Н.К. Вестник НГИЭИ. 2017. № 2 (69). С. 61-71. - EDN: VVCJOP.

13. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения. Жданкин Г.В., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В. Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 4 (29). С. 229-236. - EDN: YQVOXJ.
14. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Белов А.А., Михайлова О.В., Коробков А.Н., Осокин В.Л., Новикова Г.В. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 2. С. 7-9. - EDN: UXPZCT.
15. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В., Ершова И.Г., Сорокина М.Г. Естественные и технические науки. 2015. № 1 (79). С. 129-130. - EDN: TKSCFF.
16. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья. Новикова Г.В., Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154-160. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. - EDN: LAAYEX.
17. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Коробков А.Н., Осокин В.Л., Белов А.А., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2586160 C1, 10.06.2016. Заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014. - EDN: ZESFQT.
18. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Белов А.А., Белова М.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Дорофеева А.И., Селиванов И.М. Патент на изобретение RU 2584029 C1, 20.05.2016. Заявка № 2015102653/13 от 27.01.2015. - EDN: ZEROEH.
19. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке. Белова М.В., Белов А.А., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Селиванов И.М., Ершова И.Г. Патент на изобретение RU 2592861 C1, 27.07.2016. Заявка № 2015119313/07 от 21.05.2015. - EDN: ZEWEUX.
20. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises. Prosviryakova M.V., Ziganshin B.G., Shogenov Y.K., Mikhailova O.V., Tikhonov A.A. В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52. Kazan, 2022. С. 00047. - DOI: 10.1051/bioconf/20225200047. - EDN: ZZUHLP.
21. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом. Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тихонов А.А., Фёдоров М.Е. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 119-124. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. - EDN: LFGPZQ.
22. Микроволновый пастеризатор молока. Новикова Г.В., Меженина Е.И., Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Фёдоров М.Е. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 126-133. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. - EDN: KTQHQD.
23. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
24. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
25. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
26. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
27. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска. Шевелев А.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 8 (190). С. 124-130. - EDN: PMCCYM.
28. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Жужин М.С., Кондраненкова Т.Е. Патент на изобретение RU 2770496 C1, 18.04.2022. Заявка № 2021127581 от 21.09.2021. - EDN: SKRVZR.
29. Особенности разработки установок С СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий. Михайлова О.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Михайлова Е.Д. Вестник НГИЭИ. 2022. № 12 (139). С. 54-65. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. - EDN: JEEHXA.
30. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials. Novikova G., Mikhailova O., Prosviryakova M., Dulepov D., Zaitsev P., Shevelev A. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International AgroScience Conference, AgroScience 2020" 2020. С. 012008. - DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012008. - EDN: XYIYHE.
31. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для термообработки жиросодержащего мясного сырья. Тихонов А.А., Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Коршиков Д.Д. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (105). С. 136-141. - DOI: 10.37670/2073-0853-2024-105-1-137-141. - EDN: TEQVYK.
32. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом. Тихонов А.А., Романюк Н.Н., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д. В сборнике: Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК.

Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК». Минск, 2025. С. 278-285.- EDN: YHPJCU.
33. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
34. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Воронов Е.В., Сторчевой В.Ф., Фёдоров М.Е., Коршиков Д.Д. Патент на изобретение RU 2831716 C1, 12.12.2024. Заявка № 2023132692 от 05.12.2023.- EDN: DSKUBK.
35. Микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Романюк Н.Н., Басонов О.А., Просвирякова М.В., Фёдоров М.Е., Поручиков Д.В., Коршиков Д.Д. Патент на изобретение RU 2837276 C1, 28.03.2025. Заявка № 2024112577 от 07.05.2024.- EDN: XAKIMM.

УДК 332.8

Александров Д.В.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты функционирования предприятий жилищно-коммунального хозяйства, анализируются их организационные задачи, выявляются сложности, связанные с различными факторами производственной деятельности. Особое значение придается необходимости внедрения инновационных подходов и технологических решений, что позволяет повысить эффективность, улучшить прозрачность и устойчивость функционирования системы жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, инфраструктура, управление, финансирование, качество услуг, развитие, модернизация, инновации, цифровизация

Производственная деятельность предприятий жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ) характеризуется многообразием процессов, распределенных по различным видам экономической, технической и управленческой активности. Основополагающей целью функционирования таких организаций выступает интеграция инфраструктурных ресурсов, направленная на обеспечение устойчивого жизнеобеспечения городских и сельских агломераций. Обслуживание жилого фонда, обработка бытовых отходов, обеспечение электроэнергией, регулирование систем водоснабжения и теплоснабжения, содержание дорог и внутридомовых территорий – все эти элементы требуют строгой координации действий в организациях, а также своевременного реагирования на возникающие непредвиденные ситуации.

В состав системы ЖКХ включаются различные категории предприятий, наделенных специализированными полномочиями. Сегмент предприятий жилищного обслуживания охватывает управляющие компании, которые осуществляют оперативное администрирование и содержание жилых зданий, организуют выполнение текущих и капитальных ремонтных мероприятий, обеспечивают своевременное выполнение эксплуатационных работ по содержанию общедомовой инфраструктуры [2].

Водоснабжающие и водоотводящие организации, отвечающие за подачу питьевой воды и отведение сточных вод, занимаются эксплуатацией водозаборных сооружений, сетей транспортировки воды и канализационных коммуникаций, а также контролируют качество предоставляемых ресурсов и безопасность водопотребления. Теплоснабжающие предприятия, осуществляющие производство, транспортировку и реализацию тепловой энергии, обеспечивают подключение абонентов к источникам тепла, регламентируют режимы подачи теплоносителя, следят за эксплуатационной исправностью котельных и теплосетей, а также реагируют на аварийные ситуации для поддержания бесперебойного функционирования системы теплоснабжения. Электросетевые компании, специализирующиеся на передаче и распределении электроэнергии, несут ответственность за обслуживание инфраструктуры электроснабжения, проведении профилактических и аварийно-восстановительных работ, а также за контроль соответствия поставляемых электроэнергетических ресурсов установленным стандартам.

Отдельную группу структур составляют предприятия по вывозу и утилизации твердых коммунальных отходов. Их функционал связан с организацией сбора, транспортировки, временного хранения и окончательной переработки либо утилизации бытового мусора.

Также есть предприятия, основной деятельностью которых является предоставление услуг по содержанию и ремонту дорог и внутридомовых территорий. К их задачам относится проведение работ, направленных на комплексное восстановление асфальтовых покрытий, замену песчано-щебеночных оснований дворов, проездов и транспортных маршрутов. Значимую часть их функций составляет строительство щебеночных дорог, что требует применения специализированной техники и технологий подготовки основания. В перечень оказываемых работ входит санитарная очистка территорий посредством удаления древесно-кустарниковой растительности, что способствует дальнейшему благоустройству и расширению пространства. Операции по демонтажу построек и различных сооружений позволяют освобождать площадки для новых инфраструктурных проектов либо обеспечивать безопасность окружающей среды. Земляные работы, охватывающие как вертикальное планирование, так и движение объемов грунта, дополняются механизмами по вывозу строительного и бытового мусора, а также системным обслуживанием рабочих и общественных зон [3]. Предусматривается организация мероприятий по комплексному благоустройству, включающему в себя формирование зон отдыха, озеленение, обновление малых архитектурных форм. В холодное время года значительную роль приобретает механизированная очистка дорожных покрытий и земельных участков от снежных масс, с последующим вывозом снега для предотвращения транспортных коллапсов и обеспечения безопасности движения. В спектр услуг включены транспортное обеспечение, позволяющее оптимально перемещать оборудование, грузы, материалы как для внутреннего, так и для внешнего логистического обеспечения. Погрузка и разгрузка нерудных и сыпучих материалов также осуществляется с привлечением современной техники. Кроме того, предприятия предоставляют услуги автовышек для проведения высотных работ, а также поливомоечных машин, которые обеспечивают подачу воды для обслуживания дорожных и коммунальных объектов. Дополнительно осуществляется собственное производство контейнеров для сбора и вывоза отходов, что способствует формированию эффективной системы управления коммунальными потоками на обслуживаемых территориях.

Каждая из перечисленных групп организаций выполняет четко определенные задачи, направленные на обеспечение жителей качественными и бесперебойными жилищно-коммунальными услугами в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами.

Ключевыми ориентирами в оценке производственной деятельности предприятий ЖКХ выступают такие параметры, как объем предоставленных коммунальных услуг, коэффициент использования мощностей, энергозатраты на единицу произведенной услуги, а также уровень технологических потерь [1]. Особого внимания заслуживает анализ стабильности функционирования технических систем, оперативности устранения аварийных ситуаций и бесперебойности снабжения потребителей ресурсами. Значение имеет динамика себестоимости и эффективности расходования ресурсов, что отражается через показатели рентабельности и выработки на одного работника. Немаловажно и соответствие нормативным требованиям по качеству обслуживания, соблюдение сроков профилактических и капитальных ремонтов, а также степень внедрения инновационных решений в производственный процесс. Поэтому, специфика производственной деятельности предприятий ЖКХ всецело проявляется в необходимости строгого соблюдения санитарно-эпидемиологических требований, технологических стандартов, требований к безопасности труда. В целях комплексного управления предприятия используют интеграцию балансовых, производственных и экономических индикаторов, чтобы обеспечить устойчивость, экономическую отдачу и удовлетворенность конечного потребителя.

В настоящее время предприятия ЖКХ оказались в весьма затруднительном положении. В производственной деятельности предприятий сферы ЖКХ существуют проблемы, связанные с финансированием, состоянием инфраструктуры, управлением предприятиями и качеством предоставляемых услуг [2].

В первую очередь, следует отметить, что в сфере ЖКХ системно присутствует остро выраженная проблема распределения финансовых ресурсов, что проявляется, в значительной дифференциации объемов инвестиций между регионами. Уровень финансирования значительно варьируется: города с развитой инфраструктурой и крупные муниципальные образования обычно способны выделять гораздо больше средств на модернизацию и поддержание коммунальных сетей, тогда как территории с низкой плотностью населения или высоким уровнем социальной уязвимости зачастую сталкиваются с хроническим недостатком финансирования, что порождает неравномерность качества предоставляемых услуг. Одновременно с этим сохраняется недостаточная открытость механизмов формирования тарифов для конечного потребителя и предприятий, оказывающих услуги. Подобная непрозрачность не только усложняет понимание структуры расходов, но и значительно снижает доверие, формируя потенциальную почву для конфликтов и коррупционных практик. Обычному абоненту зачастую не представляется возможным разобраться в обосновании тарифных ставок, тогда как исполнители услуг лишены возможности убедительно аргументировать расхождения между утвержденной стоимостью и действительными расходами на эксплуатацию. Дополняет сложившуюся неблагоприятную картину низкая

инвестиционная привлекательность отрасли, связанная с минимальной рентабельностью большинства предприятий ЖКХ. Банковское кредитование и альтернативные источники финансирования по этой причине становятся малодоступными, что вынуждает компанию делать ставку исключительно на субсидии и бюджетные дотации, что не способствует долгосрочному развитию инфраструктуры. Кроме этого, значительное влияние на финансовую устойчивость оказывают увеличивающиеся объемы задолженности населения и организаций перед управляющими компаниями. Регулярные задержки с оплатой жилищно-коммунальных услуг, а зачастую и осознанное уклонение от исполнения платежных обязательств, значительно затрудняют операционную деятельность исполнительных структур и нередко приводят к финансовой несостоятельности и банкротствам хозяйствующих субъектов отрасли [5].

Во-вторых, в отдельных регионах РФ наблюдается существенный износ инфраструктурных систем, зачастую достигающий критического уровня в 80%. Основные элементы систем ЖКХ, такие как магистрали теплоснабжения, инженерные водопроводные коммуникации, лифтовые системы, автомобильные дороги, придомовые территории преимущественно сформированы еще в 1970–80-х годах, что сегодня обусловливает высокую степень физического и морального износа. Слабая интеграция современных технологических решений и дефицит эффективного управления в коммунальной сфере провоцируют значительные потери энергоресурсов. Несмотря на наличие потенциала для оптимизации расходов посредством внедрения энергосберегающих подходов и повышения энергоэффективности функционирования жилого фонда, данные направления тормозятся ограниченностью финансовых инвестиций, нехваткой квалифицированных специалистов и неразвитостью сегмента инновационных энергосберегающих технологий [4]. Диспропорции в развитии инженерной и коммунальной инфраструктуры между субъектами страны усиливают проблему: в ряде удаленных или малых населенных пунктов доступ к базовым коммунальным услугам остается в значительной степени затрудненным, что ведет к снижению качества жизни населения на периферии. Особое внимание вызывает низкая результативность теплоэнергетических установок коммунального сектора: в ряде субъектов средняя эффективность теплоисточников колеблется на уровне 60–65%, тогда как аналогичные системы в странах Европейского союза демонстрируют значительно более высокие показатели, превышающие 90%. Следовательно, вопросы комплексной модернизации имеющейся инженерной инфраструктуры, а также выравнивания территориальных контрастов и внедрение инновационных решений в управлении остаются приоритетными направлениями совершенствования городской среды и повышения благосостояния граждан.

Также важно отметить, что современная система управления предприятиями ЖКХ сталкивается с рядом структурных и организационных препятствий, сдерживающих качественное развитие отрасли. Одной из ключевых проблем выступает фрагментированность управленческих платформ и отсутствие унифицированных стандартов, регулирующих ожидаемые итоги производственной деятельности управляющих компаний, что приводит к неоднородности показателей эффективности и затрудняет проведение объективного мониторинга. Существенным сдерживающим фактором становится дефицит квалифицированных специалистов: отдельные управляющие организации прибегают к услугам персонала, не обладающего достаточной профессиональной подготовкой в специфических областях, таких как электромонтаж или санитарно-техническое обслуживание, что негативно отражается на техническом состоянии жилого фонда. Дополнительное воздействие оказывает ограниченная возможность собственников жилых объектов по смене управляющей организации, а также практически отсутствующая свобода выбора ресурсоснабжающих структур, что фактически формирует институциональные барьеры для возникновения здоровой конкуренции. Слабая конкурентная среда в секторе приводит к стагнации качества предоставляемых услуг и снижает эффективность государственного регулирования и общественного контроля. Система управления ЖКХ также характеризуется недостатком действенных инструментов для стимулирования вовлечения населения в процессы принятия управленческих решений и обновления жилищной инфраструктуры [1]. Дефицит образовательных и информационных программ, посвященных особенностям функционирования производственной деятельности предприятий ЖКХ, ограничивает осведомленность граждан и препятствует формированию активной позиции у собственников, что, в свою очередь, снижает эффективность самоорганизации домовых сообществ и препятствует внедрению инновационных практик управления жилым фондом.

Кроме того, в современных условиях значительное число граждан сталкивается с неудовлетворительным состоянием коммунального сервиса: при значительных тарифах на соответствующие услуги фиксируются многочисленные случаи перебоев в снабжении электроэнергией, водой и теплом. Такой дисбаланс возникает как в результате существенного износа инженерных сетей и оборудования, так и на фоне недостаточной системы мониторинга исполнения работ подрядными организациями. Отсутствие четко выстроенных механизмов проверок, а также слабая реализуемость требований к исполнителям приводят к недостаточному контролю качества, что усугубляет ситуацию. Дополнительным аспектом остается ограниченность информирования

граждан о стандартах и механизмах оценки качества предоставляемых услуг [5]. Дефицит прозрачности при формировании отчетности коммунальных предприятий препятствует формированию доверия между поставщиком и потребителями, а также затрудняет выявление и устранение системных проблем. Функционирование нормативных требований зачастую не подкреплено эффективным контролем со стороны ответственных ведомств и общественных институтов, что сдерживает положительные перемены в отрасли. К тому же, отдельные сложности вызывает невозможность объективного сопоставления характеристик различных поставщиков коммунальных услуг. Потребители, сталкиваясь с недостатком доступной и структурированной информации, вынуждены ориентироваться преимущественно на стоимость как на косвенный маркер качества, при том, что высокая цена необязательно отражает наличие квалифицированных кадров и современной материально-технической базы у организации-исполнителя. Это, в результате формирует атмосферу неопределенности на рынке коммунального обслуживания.

Таким образом, ключевым вызовом для предприятий отрасли остаются высокая степень износа основных фондов и ограничения бюджетных инвестиций, которые вынуждают руководителей разрабатывать многоступенчатые стратегии модернизации. В этих условиях особое значение придается оптимизации логистических схем, сокращению эксплуатационных издержек и вовлечению современных цифровых технологий, нацеленных на автоматизацию рутинных операций. Системы учета и контроля потребления позволяют оперативно выявлять аномалии в работе механизмов, предотвращать аварийные ситуации, а также выстраивать гибкую тарифную политику.

Существенную роль играет необходимость непрерывного обмена информацией между оперативными диспетчерскими службами и мобильными бригадами на объектах, что обуславливает внедрение интеллектуальных систем управления и мониторинга. Для достижения эффективности задействуются инновационные инженерные решения, позволяющие повысить энергетическую результативность и минимизировать потери ресурсов на всех этапах доставки и переработки коммунальных услуг. Учитывая изложенное, в современных условиях возрастает необходимость определения механизмов повышения результативности функционирования предприятий, задействованных в сфере городского хозяйства. Без поиска инновационных подходов к улучшению производственных процессов невозможен устойчивый прогресс городских хозяйственных структур, что, в свою очередь, вызывает потребность в систематическом анализе и разработке стратегий повышения эффективности их работы.

Деятельность специалистов предприятий ЖКХ требует владения широким спектром компетенций – от традиционного технического контроля до использования программного анализа больших массивов данных, прогнозирования потребностей населения, а также выстраивания коммуникаций с поставщиками услуг и конечными пользователями. Внутрикорпоративная подготовка кадров, развитие системы мотивации, стимулирование обмена передовыми практиками становятся основой повышения конкурентоспособности. Многозадачность, гибкость организации производственных циклов, а также наличие четко регламентированных процедур внутреннего взаимодействия позволяют предприятиям ЖКХ поддерживать высокий уровень готовности к экстренным вмешательствам и адаптироваться к изменяющимся требованиям нормативно-правовой базы.

Эволюция производственных процессов в секторе ЖКХ обусловлена как внутренними запросами, так и общемировыми тенденциями цифровизации и экосберегающего развития. Внедрение систем «умного» мониторинга, дистанционного учета, а также платежных платформ не только упрощает жизнь абонентов, но и усиливает прозрачность процессов внутри предприятия, что находит отражение в повышении стандартов качества предоставляемых услуг и формировании доверительных отношений с потребителями. В совокупности эти факторы определяют современные подходы к организации производственной деятельности, делая предприятия ЖКХ динамичными участниками инфраструктурного развития общества.

Подводя итог, можно отметить, что особенности производственной деятельности предприятий ЖКХ выражаются в обязательности всестороннего ресурсного администрирования, систематическом обновлении материальной базы, а также акценте на интеграцию новейших технологических решений. Такая многогранность работы направлена на достижение устойчивого и качественного обеспечения населения коммунальными услугами на постоянной основе. Однако в современных условиях, в процессе функционирования предприятий жилищно-коммунального сектора возникает ряд существенных трудностей, к числу которых относятся значительный износ материально-технической базы, дефицит профессионально подготовленного персонала, а также ограниченность источников финансирования. Для стабилизации работы данного сегмента и сохранения высоких стандартов обслуживания важнейшим аспектом выступает внедрение прогрессивных технологических решений, модернизация менеджмента и расширение открытости коммуникаций с конечными пользователями. Задействование автоматизированных систем управления и инновационных методов организации деятельности потенциально способно радикально трансформировать производственную эффективность хозяйствующих субъектов, тем самым формируя предпосылки для повышения

качества жизни городского населения и улучшения параметров обустройства городской инфраструктуры.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Анисимова Н. А. Экономика предприятий жилищно-коммунальной сферы : учебник / Н. А. Анисимова, Т. И. Макеева, И. А. Серебрякова – Москва : Кнорус, 2023. – 174 с.
2. Васюков Д. А. Услуги жилищно-коммунального хозяйства в системе управления качеством / Д. А. Васюков // Компетентность. – 2025. – № 8. – С. 45-49.
3. Управление жилищно-коммунальным хозяйством : учебник для среднего профессионального образования / А. И. Кабалинский, И. А. Рождественская, С. А. Зуденкова, С. Г. Еремин. – Москва : Юрайт, 2026. – 124 с.
4. Халтурина О. А. Проблемы в сфере жилищно-коммунального хозяйства и пути их решения / О. А. Халтурина, Н. Е. Терешкина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 2-2. – С. 290-295.
5. Ялалова З. Р. Экономика организаций ЖКХ / З. Р. Ялалова, К. В. Сорокина // Экономика и безопасность. – 2024. – № 12. – С. 70-74.

УДК 664.7:621.385.6:66.047.3

Александрова А.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕЗОНАТОРНЫХ УСТАНОВКАХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В работе представлена концепция разработки и внедрения сверхвысокочастотных установок резонаторного типа для переработки растительного сырья в непрерывном режиме. Обобщены результаты научных и патентных источников, сформирована методология проектирования резонаторных камер различной геометрии, определены рациональные режимы электрофизического воздействия при шелушении, сушке, плавлении и термообработке растительного сырья. Показано снижение удельных энергетических затрат до 88 кВт·ч/т, повышение производительности до 500 кг/ч при модульной компоновке, достижение годового экономического эффекта до 1,5 млн руб. при переработке 462 т сырья. Разработаны конструктивные решения коаксиальных, сферических, конических, эллипсоидных и тороидальных резонаторов, обеспечивающих равномерность нагрева и интенсификацию процессов извлечения целевых компонентов, обеззараживания и структурной трансформации растительного материала.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, непрерывный режим, растительное сырье, резонатор, СВЧ-энергоподвод, сушка, термообработка, шелушение, электрофизические факторы, энергоэффективность,

При разработке интегрированной технологии переработки растительного сырья мы опирались на следующий список источников: [1; 35]. Анализ патентных решений и научных публикаций позволил сформировать представление о современных направлениях конструирования СВЧ-установок непрерывного действия для переработки масличных, зерновых и технических культур [3; 8; 11]. Особое внимание уделялось моделированию электродинамических процессов в квазирезонаторных системах и обоснованию геометрических параметров рабочих камер [4; 14; 28]. В качестве теоретической базы использованы исследования, посвященные оптимизации режимов СВЧ-нагрева и обоснованию структурно-технологических параметров установок [6; 7; 10]. Существенную роль сыграли разработки в области переработки масличного и жиросодержащего растительного сырья с применением резонаторов различной конфигурации [5; [18; 25]. Дополнительные данные о комбинированных СВЧ-конвективных технологиях получены из исследований сушильных установок для растительных материалов [27; 33; 35].

Актуальность разработки сверхвысокочастотных технологий для переработки растительного сырья обусловлена необходимостью повышения глубины переработки сельскохозяйственной продукции, снижения энергетических затрат и обеспечения стабильного качества готовой продукции. Современные агропредприятия сталкиваются с задачами эффективного извлечения масла из семян, шелушения зерновых культур, сушки и обеззараживания сырья при минимальных потерях питательных веществ.

Традиционные методы тепловой обработки основаны на конвективном или контактном теплообмене, что приводит к значительным тепловым потерям и неравномерности нагрева. Применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты обеспечивает объемный нагрев материала за счет дипольной поляризации влаги и ионной проводимости. Это особенно эффективно при переработке масличных культур, где важно сформировать направленные градиенты температуры и влажности для разрушения клеточных структур и интенсификации выхода масла.

Развитие СВЧ-установок для переработки растительного сырья началось с создания резонаторных камер для плавления и вытопки природных восков [9; 16; 17]. В этих исследованиях доказана возможность управляемого нагрева с сохранением качества биологически активных компонентов. Полученные результаты стали основой для масштабирования технологий на другие виды растительного сырья.

Моделирование электродинамических характеристик резонаторов показало, что геометрия рабочей камеры существенно влияет на распределение напряженности электрического поля и эффективность поглощения энергии материалом [4; 14; 28]. Конические и усеченные конические резонаторы обеспечивают постепенное изменение плотности мощности поля по высоте, что целесообразно при непрерывной переработке сыпучего сырья [5; 25].

Эллипсоидные и сферические резонаторы позволяют сформировать более равномерное распределение поля, снижая вероятность локальных перегревов [3; 28]. Торои-дальные резонаторы создают замкнутую структуру поля и повышают коэффициент использования электромагнитной энергии [15].

При разработке установок для шелушения и измельчения семян учитывались механические свойства растительного сырья и особенности его структуры. Комбинирование механического воздействия с СВЧ-нагревом позволяет снизить хрупкость ядра и повысить качество отделения оболочек. Аналогичные принципы интенсификации процессов путем совмещения электрофизических и механических факторов рассмотрены в исследованиях [2; 7; 23].

В области переработки масличных культур разработаны СВЧ-маслоплавители и установки непрерывного действия с различной конфигурацией резонаторов [18; 22; 26]. Эти решения обеспечивают стабильность температурного режима и повышение выхода масла за счет направленного разрушения клеточных мембран.

Существенное значение для переработки растительного сырья имеет этап предварительной подготовки, включающий размораживание и мягкий разогрев биологических продуктов. Исследования в области СВЧ-размораживания показали возможность точного регулирования температуры без перегрева поверхностных слоев [28; 29; 31].

Особое место занимает СВЧ-конвективная сушка растительного сырья, позволяющая существенно сократить продолжительность процесса и снизить удельные энергозатраты [27; 33; 35]. Совмещение конвективного теплообмена с объемным СВЧ-нагревом обеспечивает ускоренное удаление влаги при сохранении биохимического состава материала.

Электрофизическая сущность процесса переработки растительного сырья в СВЧ-поле заключается в преобразовании энергии электромагнитных волн частотой 2450 МГц в тепловую энергию внутри материала. Объемный характер нагрева формирует температурные градиенты от центра к периферии частиц, что способствует ускоренному разрушению структурных связей и интенсификации массопереноса.

При проектировании резонаторных установок учитывались параметры добротности, коэффициент отражения и согласование нагрузки с генератором [8; 12; 14]. Правильный подбор геометрии и мощности магнетронов обеспечивает высокий коэффициент полезного действия и минимизацию энергетических потерь.

Экспериментальные исследования показали, что применение модульной схемы с параллельной работой установок позволяет увеличить производительность до 500 кг/ч при сохранении стабильности температурного режима. Удельные энергетические затраты при этом снижаются до 88 кВт·ч/т.

Экономическая оценка внедрения СВЧ-технологий в переработку растительного сырья показала достижение годового экономического эффекта до 1,5 млн руб. при объеме переработки 462 т. Снижение эксплуатационных затрат достигается за счет сокращения продолжительности процессов, уменьшения тепловых потерь и повышения выхода целевых компонентов.

Особое внимание уделено вопросам радиогерметичности и электромагнитной безопасности оборудования. Конструкции предусматривают экранирующие корпуса и системы блокировки, что отражено в исследованиях радиогерметичных установок [20; 24].

Разработанная интегрированная технология позволяет адаптировать СВЧ-оборудование для различных видов растительного сырья: масличных семян, зерновых культур, технических растений и продуктов их переработки. Универсальность резонаторного подхода подтверждена результатами исследований в смежных направлениях [11; 18; 23].

Систематизация результатов исследований [1; 35] позволила сформировать научно обоснованную методологию проектирования сверхвысокочастотных установок непрерывного действия для переработки растительного сырья. Интеграция электрофизических методов нагрева с механическими и конвективными воздействиями обеспечивает высокую технологическую эффективность, энергоэкономичность и экологическую безопасность производств агропромышленного комплекса.

Дальнейшее развитие интегрированной сверхвысокочастотной технологии переработки растительного сырья связано с углубленным исследованием кинетики тепломассопереноса в неоднородных биологических средах и уточнением математических моделей распределения электромагнитного поля в резонаторных системах. Ранее проведённое моделирование электродинамических процессов в квазирезонаторных структурах показало, что локальные максимумы напряженности электрического поля формируются вблизи геометрических переходов и зон изменения диэлектрической проницаемости материала [4; 14]. Это требует применения адаптивных конструктивных решений, обеспечивающих выравнивание плотности мощности по объему рабочей камеры.

При переработке масличных культур особое значение имеет контроль влажности исходного сырья, поскольку диэлектрические характеристики существенно зависят от содержания влаги. Экспериментальные данные по обоснованию режимов работы СВЧ-установок для плавления и вытопки природных компонентов растительного происхождения показали, что при повышении влажности возрастает коэффициент поглощения энергии, но увеличивается риск локального перегрева [8; 12]. Следовательно, требуется оптимальное сочетание предварительного кондиционирования сырья и регулирования мощности генераторов.

В разработанных конструкциях с коническими и усечёнными коническими резонаторами реализован принцип градиентного распределения плотности мощности по высоте аппарата, что позволяет осуществлять последовательный прогрев и частичную дегидратацию материала при его движении сверху вниз [5; 25]. Данный подход эффективен при обработке измельчённого растительного сырья, предназначенного для дальнейшего прессования или экстракции.

Исследования в области проектирования эллипсоидных резонаторов непрерывного действия подтвердили возможность формирования квазиизотропного поля внутри рабочей зоны [28]. Такая конфигурация особенно перспективна для термообработки сыпучих и гранулированных материалов, поскольку обеспечивает снижение неравномерности нагрева и уменьшение количества недогретых фракций.

Развитие тороидальных резонаторных систем позволило реализовать замкнутую структуру электромагнитного поля, минимизирующую отраженные волны и повышающую энергетическую эффективность установки [15]. В условиях переработки растительного сырья с переменной диэлектрической нагрузкой тороидальная геометрия обеспечивает устойчивость режима генерации и уменьшение колебаний температуры.

Особый интерес представляет комбинирование СВЧ-нагрева с механическим воздействием, реализованное в установках непрерывного действия [7; 23]. В отношении растительного сырья это позволяет совмещать процессы шелушения, дробления и термообработки в едином технологическом цикле. Механическое перемешивание способствует разрушению поверхностных слоев, а объемный нагрев ускоряет диффузию влаги и выход целевых компонентов.

В технологиях глубокой переработки масличных культур применение СВЧ-энергоподвода способствует повышению выхода масла за счет разрушения клеточных мембран и снижения вязкости липидной фазы [18; 22]. По сравнению с традиционными методами подогрева перед прессованием достигается сокращение времени подготовки сырья и уменьшение удельных энергозатрат.

Важным направлением является разработка радиогерметичных корпусов и систем экранирования, обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования [20; 24]. Конструкции предусматривают применение многослойных металлических экранов, лабиринтных уплотнений и автоматических блокировок при открытии технологических люков. Это позволяет соответствовать санитарным и электромагнитным нормам промышленной безопасности.

При проектировании сушильных установок комбинированного действия учитывались результаты исследований СВЧ-конвективной обработки растительного сырья [27; 33; 35]. Установлено, что предварительный объемный нагрев ускоряет испарение влаги на стадии конвективной сушки, сокращая продолжительность процесса на 25–40 %. В то же время снижение температуры теплоносителя позволяет сохранить биологически активные вещества и улучшить органолептические показатели готового продукта.

Математическое описание процесса нагрева растительного материала в СВЧ-поле основывается на уравнении теплопроводности с внутренним источником тепла, мощность которого пропорциональна квадрату напряженности электрического поля и диэлектрическим потерям среды. Экспериментальная верификация модели показала хорошее совпадение расчетных и фактических

температурных кривых при условии учета изменения диэлектрических свойств в процессе нагрева [4; 8].

Отдельного внимания заслуживает проблема масштабирования лабораторных образцов до промышленных установок. При увеличении объема рабочей камеры возрастает вероятность формирования стоячих волн и зон локального перегрева. Для компенсации этого эффекта применяются многомагнетронные схемы с фазовым сдвигом излучателей, что позволяет выровнять распределение поля и повысить стабильность процесса [5; 15].

В условиях переработки сельскохозяйственного растительного сырья в фермерских хозяйствах особенно важна модульность оборудования. Разработанные конструкции предусматривают возможность параллельной работы двух и более резонаторных модулей, что обеспечивает гибкость производительности и снижение удельных энергозатрат до 88 кВт·ч/т.

Экономический анализ показал, что внедрение СВЧ-технологии переработки растительного сырья позволяет снизить эксплуатационные расходы на 15–20 % по сравнению с традиционными тепловыми методами. Годовой экономический эффект при переработке 462 т продукции достигает 1,5 млн руб., а срок окупаемости оборудования не превышает трёх лет.

Дополнительным преимуществом является экологическая безопасность технологии. Отсутствие продуктов сгорания и минимальные тепловые выбросы способствуют снижению нагрузки на окружающую среду. Кроме того, сокращение времени обработки уменьшает потери питательных веществ и повышает биологическую ценность конечного продукта.

Систематизация научных результатов и патентных разработок позволила сформировать универсальный алгоритм проектирования СВЧ-установок для переработки растительного сырья, включающий анализ диэлектрических свойств материала, выбор геометрии резонатора, расчет распределения поля, определение рациональной мощности генераторов и оценку технико-экономической эффективности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой интеллектуальных систем управления, основанных на датчиках температуры и влажности, а также с внедрением частотно-регулируемых источников СВЧ-энергии для адаптации к различным видам растительного сырья. Дополнительное направление – комбинирование СВЧ-нагрева с инфракрасным и вакуумным воздействием для получения продуктов с заданными функциональными свойствами.

Интегрированная сверхвысокочастотная технология переработки растительного сырья в резонаторных установках непрерывного действия представляет собой научно обоснованное и экономически целесообразное направление модернизации агропромышленного комплекса. Обобщение результатов исследований и патентных решений подтверждает высокую эффективность электрофизических методов в процессах шелушения, сушки, термообработки и извлечения целевых компонентов из растительного сырья, обеспечивая устойчивое развитие перерабатывающих предприятий и повышение конкурентоспособности отечественной продукции.

Список литературы

1. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
2. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
3. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
4. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
5. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
6. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
7. Патент № 2829166 C1 Российская Федерация, МПК C05F 11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023127788 : заявл. 27.10.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN BCRPUH.

8. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
9. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
10. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
11. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
12. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
13. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
14. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
15. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
16. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
17. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
18. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
19. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
20. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
21. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
22. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
23. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
24. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
25. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
26. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
27. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.

28. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
29. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
30. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
31. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
32. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
33. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
34. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
35. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.

УДК 664.7:621.385.6:66.047.3

Александрова А.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ РАПСА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В работе представлена комплексная переработка технологии шелушения рапса с применением электромагнитного поля сверхвысокой частоты, обеспечивающая снижение энергопотребления с 108 до 40 кВт·ч/т, уменьшение себестоимости процесса с 1699 до 924 руб./т, рост прибыли с 300 до 1076 руб./т, экономический эффект 124 тыс. руб./мес. при производительности 38,5 т/мес., сокращение установленной мощности с 27 до 10 кВт и повышение рентабельности на 3,7%.

Ключевые слова: абразивные диски, гидротермическая обработка, импортозамещение, масличные культуры, переработка сырья, рапс, сверхвысокочастотная обработка, цилиндрический резонатор, шелушение, экономическая эффективность, электромагнитное поле, энергоэффективность.

В современных условиях развития агропромышленного комплекса Российской Федерации проблема глубокой переработки масличных культур приобретает стратегическое значение. Существенные объемы растительных масел по-прежнему импортируются, тогда как значительная часть отечественного рапса экспортируется в виде сырья без глубокой переработки. Такая структура внешнеторгового баланса снижает добавленную стоимость внутри страны и ограничивает развитие перерабатывающих предприятий. В соответствии с целями, обозначенными в государственных программах развития сельского хозяйства и продовольственной безопасности Российской Федерации, включая положения, закрепленные постановлениями Правительства Российской Федерации, приоритетным направлением становится импортозамещение и создание энергоэффективных технологий переработки масличного сырья. Рапс как культура отличается высокой адаптивностью к климатическим условиям, устойчивостью к ряду агротехнических факторов

и высокой масличностью, что делает его одной из ключевых культур в структуре отечественного земледелия.

Ботанически рапс относится к виду Brassica napus, отличающемуся сложным строением семени, включающим прочную оболочку и хрупкое масличное ядро. Морфологические особенности семян определяют специфику технологических операций при переработке. Оболочка рапса обладает сравнительно высокой механической прочностью, тогда как ядро характеризуется повышенной хрупкостью и склонностью к разрушению при ударных нагрузках. Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки щадящих методов шелушения, обеспечивающих эффективное отделение лузги при минимальном разрушении ядра.

Процесс шелушения масличных культур традиционно реализуется тремя основными способами: сжатием и сдвигом, многократным или однократным ударом, а также истиранием оболочек. Для зерновых культур с более прочным эндоспермом широко применяется ударный способ с использованием бичевых роторов. Однако в случае рапса многократное ударное воздействие приводит к чрезмерному дроблению ядра и образованию мучки, что негативно отражается на выходе товарного продукта и увеличивает потери масла. Метод постепенного истирания оболочек реализуется в машинах типа А1-ЗШН-3, однако подобные агрегаты отличаются высокой энергоемкостью и значительными капитальными затратами.

Современные исследования в области воздействия электромагнитных полей на биологические материалы демонстрируют перспективность использования сверхвысокочастотного диапазона для интенсификации технологических процессов. Работы, опубликованные в журналах Trends in Food Science & Technology и Biosystems Engineering, подтверждают, что электромагнитное поле способно изменять диэлектрические свойства растительного сырья, усиливать градиенты температуры и влаги, а также модифицировать структуру белков и клеточных стенок. Эти эффекты создают предпосылки для использования СВЧ-обработки в процессах предварительной подготовки семян к механическому воздействию.

Выполненные нами исследования по переработке семян рапса и разработке установки для их шелушения в электромагнитном поле сверхвысокой частоты базировались на совокупности ранее полученных теоретических и экспериментальных результатов в области СВЧ-технологий переработки сельскохозяйственного сырья [1; 2; 3]. При формировании концепции резонаторной камеры учитывались конструктивные решения коаксиальных, сферических и тороидальных систем, обеспечивающих равномерное распределение электромагнитного поля в рабочем объеме [1; 3; 15]. Методические подходы к расчету напряженности поля и согласованию источников излучения опирались на результаты моделирования электродинамических процессов в квазирезонаторных структурах [4, 5].

При выборе геометрии цилиндрического резонатора для обработки рапса нами использовались положения о влиянии формы рабочей камеры на собственную добротность и энергетическую эффективность установки [8; 14]. Конструктивные принципы организации непрерывного потока сырья были адаптированы с учетом решений, реализованных в установках для термообработки жиросодержащего мясного сырья [2; 6; 7]. Практический опыт проектирования модульных СВЧ-систем для агропредприятий позволил сформировать компоновку из двух функционально связанных блоков с гибкой муфтой и регулируемым углом наклона [10; 11].

При разработке механической части установки для шелушения рапса учитывались принципы совмещения механического воздействия и объемного СВЧ-нагрева, апробированные в плавителях жирового сырья и воскотопках непрерывного действия [16; 18]. Теоретические положения об оптимизации режимов работы СВЧ-оборудования легли в основу выбора мощности магнетронов и времени пребывания продукта в зоне обработки [12; 17]. Результаты исследований динамики нагрева биологического сырья в электромагнитном поле позволили спрогнозировать формирование температурных и влаговых градиентов в семенах рапса [13; 14].

Проектирование системы экранирования и радиогерметичности осуществлялось с учетом требований безопасности и решений, реализованных в радиогерметичных плавителях и микроволновых установках для переработки животного сырья [20; 24]. Конструктивные особенности конических и соосных резонаторов были проанализированы нами для обоснования компоновки источников излучения и предотвращения образования застойных зон поля [21; 30]. Подход к созданию непрерывно-поточной схемы подачи и выгрузки продукта базировался на патентных разработках в области извлечения жира и переработки вторичного мясного сырья [22; 23].

При разработке технологического режима шелушения рапса учитывались принципы интенсификации процессов термообработки за счет электрофизических факторов, подтвержденные экспериментальными исследованиями [7; 27]. Использование коаксиально расположенных резонаторных систем в предыдущих работах позволило нам адаптировать идеи многомодульности и поярусного размещения рабочих органов к переработке масличного сырья [15; 26]. Расчет параметров энергоподвода и распределения мощности проводился с опорой на методические

подходы, примененные при проектировании СВЧ-маслоплавителей и установок для тепловой обработки молока и молозива [19; 28].

Ранее выполненные разработки в области СВЧ-обработки жидких и вязких сред позволили оценить влияние электромагнитного поля на физико-химические свойства органических материалов различной природы [29; 31]. Экспериментальные исследования параметров нагрева и режимов работы установок непрерывного действия легли в основу выбора рациональных скоростей перемещения и времени обработки семян рапса [12; 32]. Практический опыт создания СВЧ-конвективных сушилок для фермерских хозяйств способствовал обоснованию энергоэффективности и компактности разработанной нами установки [27; 33].

Результаты сравнительной оценки конструкционных решений СВЧ-конвективных систем подтвердили целесообразность применения поярусно расположенных рабочих элементов и распределенного энергоподвода [34]. Принципы минимизации энергетических затрат при сохранении технологической эффективности, сформулированные в предыдущих исследованиях, были нами использованы при разработке режима шелушения рапса [33].

Разработка установки для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты велась нами на основе комплексного анализа теоретических положений, экспериментальных данных и патентных решений в области СВЧ-переработки сельскохозяйственного и пищевого сырья [1; 22]. Опираясь на накопленный научно-технический задел, мы адаптировали и модифицировали резонаторные системы, схемы энергоподвода и принципы непрерывного действия применительно к особенностям строения семян рапса, что позволило создать специализированную энергоэффективную установку для их шелушения [7; 34].

Предлагаемая технология основана на совмещении гидромеханического разрушения оболочки и ее истирания во вращающемся цилиндрическом резонаторе, внутри которого возбуждается электромагнитное поле сверхвысокой частоты. Принципиальная новизна заключается в том, что предварительное увлажнение поверхности семян формирует контролируемый градиент влажности, направленный к центру ядра. При воздействии СВЧ-поля происходит объемный нагрев, вызывающий перераспределение влаги и ослабление связей между оболочкой и ядром. Однократный удар о поверхность абразивного диска разрушает механическую связь, после чего последующее истирание обеспечивает полное отделение лузги без значительного повреждения ядра.

Конструктивно установка состоит из двух функциональных модулей, соединенных гибкой муфтой. Первый модуль предназначен для подачи и предварительной подготовки семян. В его состав входит загрузочная емкость с регулируемой заслонкой и распылителем воды, горизонтальный цилиндрический корпус и шлифовальный лепестковый барабан с регулируемой частотой вращения. Барабан обеспечивает создание микротрещин в покровных тканях семени и равномерное распределение влаги по поверхности. Центробежная сила выбрасывает зерна через продольную прорезь корпуса в соединительную муфту, направляющую поток во второй модуль.

Второй модуль представляет собой цилиндрический перфорированный резонатор, размещенный в экранирующем корпусе. Внутри резонатора на полом диэлектрическом валу поярусно установлены мелкозернистые абразивные диски. По окружности корпуса со смещением размещены магнетроны, формирующие электромагнитное поле. Перфорация резонатора обеспечивает удаление лузги и мучки воздушным потоком, проходящим через отверстия в полом валу. Регулируемый угол наклона модуля позволяет изменять время пребывания семян в зоне обработки и контролировать интенсивность истирания.

Физическая сущность процесса заключается в сочетании трех факторов: механического удара, абразивного трения и объемного СВЧ-нагрева. Электромагнитное поле вызывает локальный нагрев влаги в оболочке, что приводит к ее размягчению и снижению адгезионной прочности связи с ядром. Одновременно градиент температуры направлен от центра к периферии, способствуя выталкиванию влаги наружу. Такое распределение напряжений облегчает разрушение оболочки при минимальном воздействии на внутренние структуры. Гидротермический эффект снижает хрупкость ядра, предотвращая его раскол при ударе.

Энергетический анализ показывает существенное преимущество новой технологии. Если традиционные машины потребляют до 108 кВт·ч на тонну перерабатываемого сырья, то разработанная установка требует около 40 кВт·ч/т. Снижение установленной мощности до 10 кВт позволяет использовать оборудование в условиях фермерских хозяйств без модернизации энергосетей. Балансовая стоимость конструкции значительно ниже стоимости промышленных аналогов, что сокращает срок окупаемости до одного месяца при стабильной загрузке.

Экономическая оценка демонстрирует снижение себестоимости шелушения с 1699 до 924 руб./т. При цене нешелушенного рапса 20000 руб./т себестоимость готового продукта уменьшается более чем на 700 руб./т по сравнению с базовым вариантом. При объеме переработки 38,5 т/мес. экономический эффект достигает 124 тыс. руб./мес., а рентабельность увеличивается на 3,7%. Таким образом, внедрение установки способствует не только снижению производственных затрат, но и росту конкурентоспособности отечественных предприятий.

Технологическая эффективность проявляется также в повышении выхода целого ядра и снижении доли мучки. Качественное отделение лузги улучшает условия последующего прессования и экстракции масла, повышает стабильность процесса и снижает износ оборудования. Дополнительным преимуществом является возможность регулирования параметров обработки в зависимости от сортовых особенностей рапса и его влажности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с оптимизацией геометрии резонатора, распределения электромагнитного поля и характеристик абразивных поверхностей. Представляется целесообразным проведение экспериментальных работ по моделированию распределения напряженности электрического поля и температурных градиентов внутри слоя семян, а также оценка влияния СВЧ-обработки на последующие стадии переработки, включая прессование и рафинацию масла.

Разработанная установка демонстрирует синергетический эффект совмещения механических и электрофизических методов воздействия на растительное сырье. Ее применение позволяет реализовать принципы ресурсосбережения, снизить энергоемкость производства и обеспечить экономическую устойчивость перерабатывающих предприятий. В условиях реализации государственной политики импортозамещения и развития внутренней переработки масличных культур внедрение подобных технологий способствует формированию замкнутых производственных циклов и увеличению добавленной стоимости внутри страны.

Дополнительным аспектом, требующим детального рассмотрения, является влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на структурно-механические свойства семян рапса на микроуровне. В отличие от традиционного конвективного или контактного нагрева, СВЧ-обработка обеспечивает объемное поглощение энергии, обусловленное диэлектрическими потерями в материале. Семена рапса, содержащие влагу, белки и липиды, характеризуются сложной диэлектрической проницаемостью, которая изменяется в зависимости от температуры и влажности. При воздействии СВЧ-поля дипольные молекулы воды ориентируются в переменном электромагнитном поле, что приводит к интенсивному внутреннему трению и выделению тепла непосредственно в толще оболочки и ядра.

Именно объемный характер нагрева является ключевым фактором повышения эффективности шелушения. В традиционных аппаратах тепловая энергия передается от поверхности к центру зерна, что сопровождается значительными тепловыми потерями и неравномерностью распределения температуры. В разработанной установке температурный градиент формируется иначе: нагрев начинается изнутри структуры, усиливая напряжения в зоне контакта оболочки и ядра. Это приводит к ослаблению адгезионных связей и снижению механической прочности покровных тканей. В сочетании с однократным ударным воздействием создаются условия для контролируемого разрушения лузги без дробления ядра.

Особое значение имеет предварительное увлажнение поверхности семян. Мелкодисперсное распыление воды формирует тонкий поверхностный слой повышенной влажности, который при СВЧ-нагреве играет роль локального источника тепловой энергии. Повышение температуры в этом слое вызывает микродеформации и образование микротрещин, способствующих последующему механическому отделению оболочки. Важно подчеркнуть, что величина добавляемой влаги строго дозируется, чтобы избежать избыточного увлажнения, способного привести к ухудшению технологических свойств сырья.

Регулируемый угол наклона второго модуля установки позволяет управлять временем пребывания зерна в зоне интенсивного воздействия. При увеличении угла наклона уменьшается скорость продвижения материала, возрастает продолжительность контакта с абразивными дисками и усиливается эффект истирания. Одновременно возрастает время нахождения в электромагнитном поле, что усиливает тепловой эффект. Такой конструктивный подход обеспечивает гибкость настройки оборудования под различные партии сырья, отличающиеся по размеру, плотности и влажности.

С точки зрения аэродинамики, система удаления лузги через перфорированный резонатор и полый диэлектрический вал обеспечивает эффективную сепарацию побочных фракций. Воздушный поток, проходящий через отверстия между ярусами абразивных дисков, уносит легкие частицы оболочки и мучки в кольцевую полость между резонатором и экранирующим корпусом. Это предотвращает повторное смешивание лузги с очищенными ядрами и снижает вероятность вторичного повреждения продукта. В дальнейшем разделение фракций может быть дополнительно оптимизировано путем аспирации с учетом различий в аэродинамических характеристиках частиц.

Экранирующий корпус играет двойную роль: он предотвращает утечку электромагнитного излучения за пределы рабочей камеры и обеспечивает безопасность обслуживающего персонала, а также стабилизирует распределение поля внутри резонатора. Размещение магнетронов с угловым смещением по окружности позволяет добиться более равномерного возбуждения мод в цилиндрическом объеме. Это уменьшает вероятность образования локальных зон перегрева и способствует равномерной обработке всего потока семян.

Технологическая схема установки демонстрирует комплексный подход к интенсификации процесса. Первый модуль формирует исходные условия: увлажнение, микродеформации оболочки и ускорение частиц. Второй модуль завершает процесс за счет синергетического сочетания удара, истирания и СВЧ-нагрева. Такой многофакторный механизм обеспечивает высокую степень отделения лузги при минимальном разрушении ядра.

Сравнительный анализ с промышленными аналогами показывает, что предложенная конструкция отличается меньшими габаритами и массой, что особенно важно для фермерских хозяйств и малых перерабатывающих предприятий. Снижение металлоемкости и уменьшение установленной мощности упрощают транспортировку, монтаж и эксплуатацию оборудования. Кроме того, модульная компоновка позволяет при необходимости масштабировать производительность путем параллельной установки нескольких агрегатов.

Экологический аспект внедрения технологии также заслуживает внимания. Снижение энергопотребления напрямую связано с уменьшением выбросов парниковых газов при выработке электроэнергии. Кроме того, более полное отделение лузги и снижение доли мучки уменьшают количество отходов, подлежащих утилизации. Лузга рапса может быть использована как биотопливо или как компонент кормовых смесей, что способствует формированию безотходных производственных циклов.

Экономическая устойчивость проекта подтверждается расчетами эксплуатационных затрат. Существенное снижение расходов на электроэнергию и амортизацию формирует устойчивое конкурентное преимущество. Краткий срок окупаемости позволяет предприятиям быстро вернуть вложенные средства и направить прибыль на дальнейшее развитие производства. Рост рентабельности свидетельствует о целесообразности внедрения технологии в условиях рыночной экономики.

С научной точки зрения интерес представляет исследование диэлектрических характеристик семян рапса в зависимости от частоты электромагнитного поля и уровня влажности. Подобные исследования могут быть продолжены с использованием методов спектроскопии и компьютерного моделирования для уточнения параметров резонатора и оптимизации распределения поля. Перспективным направлением является также разработка автоматизированной системы управления, обеспечивающей адаптивную настройку режима обработки в реальном времени на основе данных датчиков температуры и влажности.

Важным направлением дальнейшего совершенствования конструкции может стать внедрение системы рециркуляции тепловой энергии и использование частотно-регулируемых приводов для более точного контроля механических параметров. Интеграция цифровых технологий мониторинга позволит повысить надежность работы и снизить эксплуатационные риски.

Предложенная технология шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты представляет собой комплексное инновационное решение, сочетающее достижения механики, электрофизики и агроинженерии. Ее внедрение обеспечивает повышение технологической и экономической эффективности переработки масличного сырья, способствует развитию внутреннего производства растительных масел и укреплению продовольственной независимости страны.

Список литературы

1. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
2. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
3. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
4. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
5. Патент № 2829166 C1 Российская Федерация, МПК C05F 11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023127788 : заявл. 27.10.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN BCRPUH.
6. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 :

опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
7. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
8. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
9. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
10. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
11. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
12. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
13. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
14. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
15. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
16. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
17. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
18. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
19. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
20. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
21. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
22. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
23. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
24. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
25. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-

Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
26. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
27. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
28. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
29. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
30. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
31. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
32. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
33. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
34. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.

УДК 664.7:621.385.6:66.047.3

Александрова А.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ СЕМЯН РАПСА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Аннотация. Представлена концепция технологической установки для шелушения семян рапса с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности переработки масличных культур и сокращения зависимости от импорта растительных масел. Предложена комбинированная технология, объединяющая механическое воздействие, гидротермическую обработку и обработку в СВЧ-поле. Конструкция установки включает 2 функциональных модуля, 3 магнетрона, перфорированный цилиндрический резонатор и систему абразивных дисков. Производительность проектируемой установки достигает 250 кг/ч при установленной мощности 10 кВт, а энергозатраты технологической линии составляют около 128 кВт·ч на 1 т перерабатываемого сырья. В результате применения разработанного оборудования ожидается годовой экономический эффект порядка 1,5 млн рублей при переработке 462 т сырья и повышение рентабельности производства на 3,7 %. Предлагаемая технология обеспечивает более полное отделение оболочки от ядра, снижение повреждаемости семян и повышение технологической эффективности переработки рапса.

Ключевые слова: абразивный барабан, гидротермическая обработка, магнетрон, масличные культуры, микроволновая обработка, переработка рапса, рапс, резонатор, сельскохозяйственные технологии, технологическая установка, шелушение семян, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, энергетическая эффективность.

Развитие сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности в значительной степени зависит от эффективности использования масличных культур. Среди них рапс занимает одно из ведущих мест благодаря высокой урожайности, значительному содержанию масла и широким возможностям использования продукции его переработки. Рапсовое масло применяется в пищевой промышленности, кормопроизводстве, а также в качестве сырья для биотоплива и различных технических продуктов. В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к этой

культуре, что связано с увеличением спроса на растительные масла и стремлением снизить зависимость от импортного сырья.

Несмотря на значительный потенциал рапса, существующие технологии его переработки имеют ряд недостатков. Одной из наиболее сложных операций технологической линии является процесс шелушения семян. Он необходим для отделения оболочки от ядра перед дальнейшим извлечением масла. От качества выполнения этой операции зависит не только выход масла, но и энергетические затраты производства, а также сохранность полезных веществ.

Особенности строения семян рапса существенно осложняют применение традиционных методов шелушения. Размер семян обычно составляет около одного миллиметра, что значительно меньше по сравнению с другими масличными культурами. Кроме того, оболочка рапса относительно прочная, а ядро отличается повышенной хрупкостью. При использовании стандартных машин, основанных на ударном разрушении оболочек, часто происходит повреждение ядра, что приводит к увеличению количества мучки и снижению качества конечного продукта.

Дополнительной проблемой является низкая влажность семян рапса. Обычно она составляет около четырех процентов, что делает оболочку более твёрдой и снижает эффективность механического воздействия. В результате традиционные шелушильные машины, разработанные для других культур, оказываются малоэффективными при переработке рапса. Это требует поиска новых технологических решений, обеспечивающих более мягкое и одновременно эффективное отделение оболочки.

Одним из перспективных направлений является применение электромагнитных полей сверхвысокой частоты. СВЧ-обработка широко используется в различных технологических процессах, связанных с нагревом и обработкой сельскохозяйственного сырья. Основное преимущество данного метода заключается в объёмном нагреве материала, при котором энергия электромагнитного поля преобразуется в тепловую непосредственно внутри продукта. Это позволяет обеспечить равномерное распределение температуры и значительно сократить продолжительность обработки.

Применение СВЧ-энергии в агропромышленном комплексе активно развивается благодаря возможности интенсификации процессов тепловой обработки и повышения их энергоэффективности [12; 22; 31]. Исследования показывают, что электромагнитное поле сверхвысокой частоты позволяет реализовать эндогенный нагрев материала, при котором тепло генерируется непосредственно внутри продукта за счёт взаимодействия электромагнитного поля с полярными молекулами влаги [13; 15; 35]. Такой механизм теплопереноса способствует ускорению технологических процессов и уменьшению температурных градиентов в обрабатываемом сырье [10; 15; 19].

В современных исследованиях большое внимание уделяется разработке специализированных СВЧ-установок для переработки различного сельскохозяйственного сырья, включая зерно, масличные культуры, восковое сырьё, молочную и мясную продукцию [12; 22; 25]. Конструкции таких установок, как правило, включают резонаторные камеры различных геометрических форм, обеспечивающие эффективное распределение электромагнитного поля в рабочем объёме [10; 16; 32]. Геометрия резонатора оказывает существенное влияние на распределение напряжённости поля, добротность системы и равномерность нагрева материала.

Одним из направлений совершенствования микроволновых технологий является применение коаксиальных и спиральных резонаторов, позволяющих обеспечить интенсивный подвод энергии к обрабатываемому сырью в непрерывном технологическом процессе [1; 26]. Подобные конструкции применяются, например, в установках для термообработки вторичного мясного сырья, где требуется сочетание непрерывности процесса и равномерного нагрева продукта [1; 27; 29]. Использование коаксиальных резонаторов обеспечивает высокую плотность электромагнитной энергии и стабильность технологических параметров обработки [26; 29].

В ряде исследований предложены установки со сферическими и полусферическими резонаторами, которые обеспечивают более равномерное распределение электромагнитного поля и позволяют повысить эффективность тепловой обработки сырья [3; 11; 16]. Такие конструкции применяются, например, при переработке воскового сырья и жиросодержащих продуктов, где требуется интенсивный нагрев и одновременное разделение фаз [11; 18; 19]. Экспериментальные исследования показывают, что использование резонаторов подобной формы позволяет снизить продолжительность обработки и повысить качество получаемой продукции [14; 18; 19].

Перспективным направлением также является разработка СВЧ-установок с тороидальными резонаторами, обеспечивающими эффективную циркуляцию сырья в рабочей зоне и улучшенное распределение электромагнитной энергии [17; 35]. Подобные конструкции применяются при термообработке жиросодержащего сырья и позволяют совмещать механическое перемешивание продукта с воздействием электромагнитного поля [17; 28]. Использование тороидальных резонаторов способствует повышению равномерности нагрева и снижению локальных перегревов материала [28; 35].

В последние годы активно исследуются установки с коническими и эллипсоидными резонаторами, обеспечивающими концентрацию электромагнитной энергии в определённых зонах

рабочей камеры [23; 32]. Такие решения позволяют повысить интенсивность теплового воздействия на продукт и улучшить энергетическую эффективность технологического процесса [23, 32, 29]. Применение конических резонаторов особенно эффективно при обработке измельчённого или дисперсного сырья, поскольку обеспечивает равномерное распределение энергии по всему объёму материала [23; 27; 29].

Значительное внимание в научных работах уделяется разработке установок непрерывно-поточного действия, которые позволяют интегрировать СВЧ-обработку в технологические линии перерабатывающих предприятий [21; 24; 26]. Непрерывный режим работы обеспечивает повышение производительности оборудования и снижение эксплуатационных затрат [24; 29]. Кроме того, использование непрерывно-поточных установок позволяет автоматизировать процессы загрузки и выгрузки сырья, что повышает технологическую эффективность производства [21; 24].

СВЧ-технологии активно применяются и в процессах сушки сельскохозяйственного сырья, например, при переработке хмеля, где требуется интенсивное удаление влаги при сохранении качества продукта [4; 5; 7]. Комбинированные СВЧ-конвективные сушилки обеспечивают ускоренное испарение влаги за счёт эндогенного нагрева и одновременного конвективного теплообмена [4; 31]. Исследования показывают, что применение подобных установок позволяет существенно сократить продолжительность сушки и повысить энергетическую эффективность процесса [5; 7; 20].

Для повышения эффективности микроволновой сушки разработаны многорезонаторные установки, в которых электромагнитная энергия подводится к нескольким рабочим зонам [2; 8; 34]. Такое конструктивное решение обеспечивает более равномерное распределение энергии и повышает производительность оборудования [6; 8]. Использование барабанов-резонаторов и поярусного расположения рабочих камер позволяет увеличить площадь взаимодействия сырья с электромагнитным полем [8; 9; 34].

Современные исследования также подтверждают перспективность применения микроволновых технологий для переработки продуктов животного происхождения, включая молоко, жиросодержащее сырьё и побочные продукты мясоперерабатывающей промышленности [25; 33]. Например, разработаны микроволновые пастеризаторы молока, обеспечивающие быстрый и равномерный нагрев продукта без существенного ухудшения его пищевой ценности [33]. Аналогичные технологии применяются для вытопки жира и обеззараживания вторичного мясного сырья [2; 29].

Использование электрофизических факторов, включая воздействие микроволнового излучения и центробежных сил, позволяет значительно повысить эффективность переработки жиросодержащих отходов животноводства [2; 25]. В таких установках обеспечивается интенсивное перемешивание сырья и равномерное распределение тепловой энергии в рабочем объёме [2; 20; 33]. Это способствует ускорению процессов разделения компонентов и повышению выхода целевых продуктов [25; 29].

В целом анализ современных научных исследований показывает, что использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты является одним из наиболее перспективных направлений развития технологического оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья [12; 22; 31]. Применение различных типов резонаторов, оптимизация параметров электромагнитного поля и разработка установок непрерывного действия позволяют существенно повысить эффективность технологических процессов [22; 31; 32].

Накопленный научно-технический опыт разработки СВЧ-установок для различных видов сырья создаёт предпосылки для их успешного применения и в технологиях переработки масличных культур. Использование микроволновой энергии в сочетании с механическим воздействием может обеспечить интенсификацию процессов разрушения оболочки семян и повысить эффективность их дальнейшей переработки.

Использование СВЧ-энергии при переработке масличных культур открывает новые возможности для повышения эффективности технологических процессов. При воздействии электромагнитного поля в семенах возникают градиенты температуры и влажности, которые могут способствовать ослаблению связи между оболочкой и ядром. В сочетании с механическим воздействием это позволяет облегчить процесс шелушения и снизить вероятность разрушения ядра.

Развитие подобных технологий требует создания специализированных установок, способных обеспечить комплексное воздействие на перерабатываемое сырьё. Конструкции таких установок должны учитывать, как особенности электромагнитного нагрева, так и механические свойства семян. Кроме того, важное значение имеет обеспечение электромагнитной безопасности и равномерного распределения поля внутри рабочей камеры.

В последние годы разработан ряд экспериментальных установок для обработки зерна и масличных культур в СВЧ-поле. Однако большинство из них предназначено для процессов обеззараживания, сушки или термообработки и не учитывает специфические требования процесса шелушения. В связи с этим возникает необходимость разработки новой технологической схемы, позволяющей эффективно сочетать механическое воздействие с электромагнитным нагревом.

Предлагаемый подход основан на совмещении нескольких способов обработки семян. Сначала осуществляется гидромеханическая подготовка сырья, включающая увлажнение поверхности и предварительное истирание оболочки. Затем семена подвергаются воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты в специальной резонаторной камере. В результате такого комбинированного воздействия создаются условия для более эффективного разрушения оболочки и отделения ядра.

Разработка подобной технологии требует тщательного исследования физических и электрофизических свойств семян рапса. Необходимо определить оптимальные параметры нагрева, продолжительность воздействия и мощность электромагнитного излучения. Кроме того, важной задачей является разработка конструкции установки, обеспечивающей стабильную работу оборудования и высокую производительность процесса.

Создание эффективных технологических средств для переработки рапса имеет важное значение для развития масложировой промышленности. Повышение эффективности шелушения позволяет увеличить выход масла, снизить энергетические затраты и улучшить экономические показатели производства. В условиях роста спроса на растительные масла и необходимости импортозамещения подобные разработки приобретают особую актуальность.

В связи с этим была поставлена задача разработки установки для шелушения семян рапса, основанной на использовании электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Предполагалось создать конструкцию, обеспечивающую совмещение механического и электромагнитного воздействия на сырьё, а также определить оптимальные режимы работы оборудования. Реализация этой задачи позволит повысить эффективность переработки рапса и создать предпосылки для внедрения новых технологий в агропромышленном комплексе.

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования показали, что комбинированное воздействие механических и электромагнитных факторов существенно изменяет условия разрушения оболочки семян рапса. В процессе предварительного шлифования на поверхности семян образуются микротрещины, которые способствуют проникновению влаги и формированию градиента влажности между оболочкой и ядром. В дальнейшем при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты происходит быстрый объёмный нагрев материала, сопровождающийся перераспределением влаги и возникновением внутренних напряжений в структуре оболочки. Эти явления значительно ослабляют связь между оболочкой и ядром и создают благоприятные условия для их разделения.

Особое значение в предлагаемой технологии имеет гидротермическая подготовка сырья. Увлажнение поверхности семян позволяет повысить пластичность оболочки и снизить вероятность разрушения ядра при ударе о рабочие элементы установки. Одновременно с этим механическое воздействие шлифовального лепесткового барабана обеспечивает частичное истирание поверхностного слоя оболочки и образование микроповреждений. Такие изменения структуры семян усиливают эффективность последующего воздействия электромагнитного поля.

При попадании семян в резонаторную камеру они подвергаются воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты, формируемого магнетронами. Внутри резонатора создаётся интенсивное электромагнитное поле, которое обеспечивает равномерный объёмный нагрев перерабатываемого материала. В отличие от традиционных способов термической обработки, при которых тепло передаётся от поверхности к центру, СВЧ-нагрев происходит непосредственно внутри продукта. Благодаря этому значительно сокращается продолжительность обработки и повышается эффективность энергетического использования.

В процессе нагрева семян в электромагнитном поле формируются градиенты температуры и влажности, направленные от центра зерна к его периферии. Влага, находящаяся во внутренних слоях ядра, начинает перемещаться к оболочке, создавая дополнительное давление на её внутреннюю поверхность. Это приводит к ослаблению механической связи между оболочкой и ядром. Одновременно вращающиеся абразивные диски обеспечивают механическое истирание оболочки, что завершает процесс её отделения.

Следует отметить, что эффективность шелушения во многом зависит от кинематических параметров работы установки. Скорость вращения абразивных дисков, угол наклона резонаторного модуля и интенсивность воздушного потока оказывают существенное влияние на характер движения семян и силу их взаимодействия с рабочими элементами. При слишком высокой скорости вращения может происходить разрушение ядра, что нежелательно с технологической точки зрения. Поэтому важной задачей является выбор таких режимов работы оборудования, которые обеспечивают разрушение оболочки при минимальном повреждении ядра.

Угол наклона рабочей камеры также играет значительную роль в формировании траектории движения семян. При увеличении угла наклона уменьшается сила удара семян о поверхность абразивных дисков, однако увеличивается время их пребывания в зоне обработки. Это приводит к усилению истирания оболочки и более длительному воздействию электромагнитного поля. Таким

образом, изменение геометрических параметров установки позволяет регулировать интенсивность технологического процесса и адаптировать его к различным сортовым особенностям семян.

Дополнительным фактором повышения эффективности процесса является использование воздушного потока для удаления отделившейся оболочки. Поток воздуха проходит через полый диэлектрический вал и отверстия между абразивными дисками, после чего направляется через перфорированный резонатор. В результате лёгкие частицы лузги и мучки уносятся из рабочей зоны и выводятся в кольцевое пространство между резонатором и экранирующим корпусом. Такая схема обеспечивает непрерывное удаление отходов и предотвращает их повторное попадание в зону обработки.

Конструктивное исполнение установки предусматривает также меры по обеспечению электромагнитной безопасности. Рабочая камера размещена внутри экранирующего корпуса, который предотвращает распространение электромагнитного излучения за пределы установки. Для подачи сырья и удаления продуктов переработки используются специальные запредельные волноводы, выполняющие функции загрузочных и выгрузных каналов. Такая конструкция позволяет исключить утечку СВЧ-излучения и обеспечить безопасные условия эксплуатации оборудования.

Исследование процессов нагрева семян рапса показало, что при удельной мощности электромагнитного излучения 2,4 Вт на грамм температура семян достигает 50 °C примерно за 27 секунд. Данный температурный уровень является достаточным для ослабления связи между оболочкой и ядром, но при этом не вызывает разрушения биологической структуры семян. Благодаря высокой скорости нагрева обеспечивается значительное сокращение времени технологической обработки.

Анализ производительности установки показал, что при использовании одного резонатора и трёх СВЧ-генераторов суммарной полезной мощностью около 2,4 кВт можно обеспечить обработку порядка одного килограмма семян одновременно. При этом производительность установки достигает 100–115 кг в час. При использовании более мощных генераторов и оптимизации параметров подачи сырья возможно дальнейшее увеличение производительности без ухудшения качества обработки.

Проведённая технико-экономическая оценка показала, что применение разработанной установки в технологической линии производства рапсового масла позволяет существенно повысить эффективность переработки сырья. При производительности оборудования около 250 кг семян в час и установленной мощности порядка 10 кВт энергетические затраты на шелушение составляют примерно 128 кВт·ч на одну тонну перерабатываемого сырья. Это примерно в два раза меньше по сравнению с традиционными технологиями шелушения.

Снижение энергопотребления является одним из важнейших преимуществ разработанной технологии. В условиях постоянного роста стоимости энергоресурсов повышение энергоэффективности производственных процессов становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности предприятий агропромышленного комплекса. Использование СВЧ-энергии позволяет значительно сократить продолжительность обработки и повысить коэффициент полезного использования энергии.

Кроме того, применение новой технологии способствует повышению качества получаемого продукта. Благодаря более мягкому воздействию на семена уменьшается количество разрушенных ядер и образующейся мучки. Это приводит к увеличению выхода полноценного ядра и повышению эффективности последующего извлечения масла. Улучшение качества сырья также положительно влияет на характеристики получаемого рапсового масла.

Экономические расчёты показали, что внедрение разработанной установки в производственную линию переработки рапса позволяет получить значительный экономический эффект. При объёме переработки около 462 тонн семян в год ожидаемый экономический эффект составляет примерно 1,5 миллиона рублей. При этом рентабельность производства возрастает примерно на 3,7 процента. Такие показатели подтверждают целесообразность внедрения предложенной технологии на предприятиях масложировой промышленности.

Разработка и внедрение новых технологических решений для переработки масличных культур имеет важное значение для развития сельского хозяйства и пищевой промышленности. Повышение эффективности переработки рапса позволяет увеличить объёмы производства растительных масел, снизить зависимость от импортного сырья и улучшить экономические показатели агропромышленного комплекса. Использование современных электрофизических методов обработки открывает новые перспективы для совершенствования технологических процессов.

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о высокой эффективности применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты в процессе шелушения семян рапса. Предложенная технология сочетает преимущества механического и электромагнитного воздействия, что позволяет обеспечить более полное отделение оболочки при минимальном повреждении ядра. Конструктивные решения, реализованные в разработанной установке, обеспечивают надёжную и безопасную работу оборудования в непрерывном режиме.

Проведённые исследования позволили разработать новую технологическую схему переработки семян рапса и создать экспериментальную установку для её реализации. Полученные результаты подтверждают возможность повышения эффективности процесса шелушения за счёт использования комбинированного механического и электромагнитного воздействия. Предложенная установка может быть использована в составе технологических линий по производству рапсового масла и других продуктов переработки масличных культур.

В целом можно сделать вывод о том, что использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты является перспективным направлением развития технологий переработки сельскохозяйственного сырья. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на оптимизацию режимов обработки, совершенствование конструкции оборудования и расширение области применения подобных установок для обработки различных видов зерновых и масличных культур.

Список литературы

1. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
2. Патент № 2829166 C1 Российская Федерация, МПК C05F 11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023127788 : заявл. 27.10.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN BCRPUH.
3. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
4. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
5. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
6. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
7. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
8. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
9. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
10. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
11. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
12. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
13. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.

14. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
15. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
16. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
17. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
18. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
19. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
20. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
21. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
22. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
23. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
24. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
25. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
26. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
27. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
28. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
29. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
30. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
31. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
32. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
33. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
34. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.

35. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.

УДК 621.365.5:637.5:636.085

Дулепова Ю.М.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Аннотация. В работе представлено расширенное исследование технологии высокотемпературного формования комбинированного сырья на основе непищевых отходов животного происхождения и растительных компонентов с применением сверхвысокочастотного электромагнитного поля. Проведен анализ существующих методов переработки отходов сельскохозяйственного производства и показана их ограниченная эффективность при обеззараживании сырья. Предложена конструкция установки, включающая тороидальный резонатор и систему гранулирования с дисковой матрицей, обеспечивающую непрерывный режим обработки. Установлено, что при напряженности электрического поля 1,0–1,2 кВ/см и времени воздействия 10–12 с уровень бактериальной обсемененности сырья снижается до 500 КОЕ/г. Производительность установки составляет 182–194 кг/ч при потребляемой мощности 11,1 кВт, а удельные энергетические затраты на процесс гранулирования достигают 0,06 кВт·ч/кг. Разработан экструдер со шнековой парой специальной конструкции, позволяющий формовать белковый продукт при температуре 110–160 °С и производительности около 100 кг/ч. Удельные энергетические затраты при экструдировании составляют 0,075 кВт·ч/кг. Полученные результаты подтверждают эффективность использования СВЧ-нагрева и интенсивного механического воздействия для повышения биологической безопасности и питательной ценности комбинированного корма.

Ключевые слова: гранулирование кормов, диэлектрический нагрев, комбинированное сырье, переработка отходов животного происхождения, производство гранулированного корма, сверхвысокочастотный нагрев, тороидальный резонатор, шнековая пара, экструдер, энергоэффективность.

Современное развитие сельского хозяйства сопровождается значительным увеличением объемов побочных продуктов и отходов животноводства и птицеводства. Значительная их часть образуется на этапах убоя и первичной переработки животных и птицы. К таким отходам относятся внутренние органы, непищевые ткани, остатки мышечной ткани, элементы пищеварительного тракта, а также биологические фракции, не используемые в пищевой промышленности. В большинстве фермерских хозяйств подобные отходы либо утилизируются, либо подвергаются частичной переработке, однако их рациональное использование остается актуальной научно-технической задачей.

Одним из наиболее перспективных направлений использования таких отходов является производство высокобелковых кормовых добавок и гранулированных комбикормов. Биологическая ценность этих отходов достаточно высока, поскольку они содержат значительное количество протеинов, жиров и минеральных компонентов. Однако их переработка осложняется несколькими факторами. Во-первых, сырье имеет высокую влажность и неоднородную структуру. Во-вторых, в нем присутствует большое количество микроорганизмов, включая потенциально патогенные. В-третьих, многие традиционные методы термической обработки не обеспечивают достаточного уровня обеззараживания при сохранении питательных веществ.

В связи с этим возникает необходимость разработки новых технологических решений, позволяющих одновременно обеспечить эффективную переработку сырья, снижение бактериальной обсемененности и формирование удобной для хранения и транспортирования формы продукта. Одним из таких решений является технология высокотемпературного формования гранул с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Разработка технологий высокотемпературного формования гранулированных кормовых продуктов на основе отходов животного происхождения требует опоры на широкий спектр научных исследований и технических решений, связанных с применением сверхвысокочастотного

электромагнитного поля для термообработки биологического сырья, что подтверждается рядом патентов и экспериментальных работ по созданию СВЧ-установок различной конструктивной реализации для непрерывной переработки вторичного мясного сырья и жиросодержащих отходов [1; 2; 3]. Существенный вклад в развитие теоретических основ проектирования таких установок внесли исследования, посвящённые анализу электродинамических характеристик резонаторных систем и обоснованию параметров СВЧ-оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья различного происхождения [4; 5; 6]. В работах, посвящённых конструированию и исследованию СВЧ-резонаторных систем, показана эффективность применения различных типов резонаторов и модификаций энергоподвода для интенсификации процессов термообработки биологических материалов [7; 8; 9]. Теоретическое обоснование электродинамических параметров установок и анализ режимов их функционирования позволили сформировать научную базу для разработки новых технологических схем СВЧ-обработки сырья в непрерывном режиме [10; 11; 12]. Дополнительные конструкционные решения, направленные на повышение эффективности переработки жиросодержащих и мясных отходов, представлены в ряде современных патентов, описывающих различные типы СВЧ-плавителей и установок непрерывного действия [13; 14; 15]. При этом результаты исследований в области электрофизических методов обеззараживания и термической обработки подтверждают перспективность использования интенсивных энергетических воздействий для повышения микробиологической безопасности перерабатываемого сырья [16; 17; 18]. Развитие микроволновых технологий также связано с созданием специализированных установок для обработки отдельных видов сельскохозяйственного сырья, включая мясные отходы, продукты пчеловодства и другие биологические материалы [19; 20; 21]. Анализ существующих конструкций микроволновых установок для переработки вторичного сырья животного происхождения свидетельствует о возможности эффективного извлечения жира, обеззараживания и термической модификации сырья при использовании различных конфигураций резонаторных систем [22; 23; 24]. Экспериментальные и теоретические исследования параметров таких установок позволили определить рациональные режимы СВЧ-обработки и подтвердили высокую эффективность диэлектрического нагрева при переработке жиросодержащих мясных материалов [25; 26; 27]. Важное значение имеют также работы, посвящённые созданию модульных микроволновых установок для предприятий агропромышленного комплекса, обеспечивающих гибкость технологических линий и возможность адаптации оборудования к различным видам сырья [28; 29; 30]. Перспективность применения СВЧ-технологий в агропромышленном производстве подтверждается исследованиями в области микроволново-конвективной обработки растительного сырья, включая процессы сушки и термической модификации сельскохозяйственных культур [31; 32; 33]. Разработки в области микроволновых сушильных установок и комбинированных технологий обработки также демонстрируют высокую энергоэффективность и технологическую гибкость подобных систем [34]. Совокупность указанных научных работ и патентных разработок формирует комплексную научно-техническую базу для дальнейшего развития технологий высокотемпературной переработки комбинированного сырья животного и растительного происхождения, в том числе процессов извлечения жира и структурной модификации биологических материалов с использованием диэлектрического нагрева [35].

Использование СВЧ-нагрева в технологических процессах переработки сельскохозяйственного сырья основано на явлении диэлектрического нагрева. При воздействии электромагнитного поля высокой частоты на материал происходит поляризация молекул, сопровождающаяся их колебательным движением и преобразованием электромагнитной энергии в тепловую. В отличие от традиционных методов нагрева, основанных на теплопроводности, диэлектрический нагрев обеспечивает объемное прогревание материала. Это означает, что тепло генерируется непосредственно внутри обрабатываемого сырья, что значительно ускоряет процесс и повышает его энергоэффективность.

Еще одним преимуществом СВЧ-нагрева является возможность избирательного воздействия на отдельные компоненты многокомпонентного сырья. Различные вещества обладают разными диэлектрическими свойствами, поэтому они поглощают электромагнитную энергию с различной интенсивностью. Благодаря этому можно обеспечить более эффективный нагрев компонентов, содержащих влагу и органические соединения, что особенно важно при переработке отходов животного происхождения.

Гранулирование комбинированных кормов является широко распространенным технологическим процессом в кормопроизводстве. Гранулированные корма имеют ряд преимуществ по сравнению с рассыпными. Прежде всего, они обладают более высокой плотностью и устойчивостью к механическим воздействиям, что облегчает их транспортировку и хранение. Кроме того, каждая гранула содержит полный набор питательных веществ, входящих в состав кормовой смеси. Это исключает селективное поедание отдельных компонентов животными и способствует более рациональному использованию корма.

Размер гранул может варьироваться в зависимости от назначения корма. Для молодняка птицы обычно используют гранулы диаметром 2–3 мм, тогда как для взрослой птицы и рыбы применяют

гранулы диаметром около 5 мм. Для крупного рогатого скота и свиней используются более крупные гранулы, достигающие 10–20 мм. Важным параметром гранул является их прочность, поскольку недостаточно прочные гранулы могут разрушаться при транспортировании и хранении.

Традиционные грануляторы, применяемые в сельском хозяйстве, основаны на механическом прессовании кормовой массы через отверстия матрицы. При этом масса подвергается значительным давлениям и частично нагревается за счет трения. Однако такие установки не всегда обеспечивают достаточное обеззараживание сырья. Кроме того, механическое воздействие может приводить к разрушению некоторых биологически активных веществ.

С целью повышения эффективности процесса гранулирования была предложена установка, в которой механическое прессование сочетается с воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. В основе конструкции установки лежит тороидальный резонатор, представляющий собой колебательную систему, в которой происходит концентрация энергии электрического поля.

Тороидальный резонатор выполнен в виде двух коаксиально расположенных цилиндров. Между ними образуется кольцевое пространство, в котором сосредоточено электромагнитное поле. Нижняя часть наружного цилиндра представляет собой вращающуюся матрицу, изготовленную из неферромагнитного материала. В матрице выполнено множество отверстий, через которые проходит обрабатываемая кормовая масса.

Во внутреннем цилиндре расположен нагнетательный шнек, обеспечивающий подачу сырья в рабочую зону установки. Шнек транспортирует сырье в область между цилиндрами, где оно подвергается воздействию СВЧ-поля и одновременно прессуется через отверстия матрицы. Для обеспечения равномерного распределения сырья по поверхности матрицы используются прижимные ролики с ребристой поверхностью.

Работа установки осуществляется следующим образом. Подготовленная кормовая смесь, состоящая из фуражного зерна и непищевых отходов животного происхождения, поступает в загрузочный бункер. Далее с помощью шнека сырье перемещается в рабочую камеру резонатора. Здесь оно подвергается интенсивному воздействию электромагнитного поля, в результате чего происходит быстрый нагрев материала.

Под действием давления, создаваемого прижимными роликами, разогретая масса продавливается через отверстия матрицы. На выходе из матрицы формируются цилиндрические гранулы, которые затем разрезаются вращающимся ножом до заданной длины. Полученные гранулы поступают в приемную емкость.

Проведенные исследования показали, что при напряженности электрического поля порядка 1–1,2 кВ/см и времени обработки около 10–12 секунд происходит значительное снижение бактериальной обсемененности сырья. Количество микроорганизмов уменьшается до уровня около 500 колониеобразующих единиц на грамм, что соответствует санитарным требованиям для кормовых продуктов.

Производительность установки составляет примерно 182–194 кг/ч. При этом мощность СВЧ-генераторов составляет около 3,6 кВт, а мощность электродвигателя привода – около 7,5 кВт. Общая потребляемая мощность установки достигает 11,1 кВт. Удельные энергетические затраты на процесс гранулирования составляют примерно 0,06 кВт·ч на килограмм продукции.

Полученные показатели свидетельствуют о высокой энергоэффективности предложенной технологии. Для сравнения, в традиционных грануляторах энергетические затраты могут быть значительно выше, особенно при необходимости дополнительной термической обработки сырья.

Еще одним важным элементом технологической линии является экструдер, предназначенный для дополнительной обработки комбинированного сырья. Экструзия представляет собой процесс продавливания пластичной массы через формующее отверстие при высоком давлении и температуре. В процессе экструзии происходят сложные физико-химические изменения структуры материала.

В частности, при температуре 110–160 °С и высоких сдвиговых нагрузках происходит частичная денатурация белков и декстринизация крахмала. Эти процессы повышают усвояемость корма животными. Кроме того, высокая температура способствует уничтожению патогенной микрофлоры.

Разработанный экструдер оснащен шнековой парой специальной конструкции. Шнек разделен на несколько функциональных зон, каждая из которых выполняет определенную технологическую функцию. В первой зоне осуществляется подача и предварительное уплотнение сырья. Во второй зоне происходит интенсивное перемешивание и гомогенизация массы. В третьей зоне формируется высокое давление, необходимое для продавливания материала через матрицу.

Особенностью конструкции является использование различных типов резьбы на разных участках шнека. В зоне подачи применяется упорная резьба, обеспечивающая эффективное транспортирование сырья. В зоне сжатия используется трапецеидальная резьба, способствующая интенсивному перемешиванию материала. В зоне стабилизации давления применяется круглая резьба, обеспечивающая равномерное распределение нагрузки.

Такая конструкция позволяет значительно повысить эффективность процесса экструзии и улучшить качество получаемого продукта.

Развитие технологий переработки сельскохозяйственного сырья в последние десятилетия во многом связано с необходимостью повышения эффективности использования биологических ресурсов. В условиях интенсивного животноводства образуется значительное количество отходов, которые при отсутствии рациональной переработки становятся источником экологических проблем. Их накопление приводит к загрязнению окружающей среды, распространению патогенной микрофлоры и ухудшению санитарного состояния сельскохозяйственных территорий. В связи с этим одним из приоритетных направлений современной агроинженерии является разработка технологических решений, позволяющих не только утилизировать подобные отходы, но и превращать их в полезную продукцию, пригодную для повторного использования в сельском хозяйстве.

Одним из наиболее эффективных способов переработки таких отходов является их включение в состав комбинированных кормов. При этом важнейшей задачей становится обеспечение микробиологической безопасности получаемого продукта, поскольку исходное сырье может содержать значительное количество микроорганизмов. Традиционные методы термической обработки, применяемые в кормопроизводстве, нередко требуют значительных затрат энергии и времени. Кроме того, длительное воздействие высокой температуры может приводить к разрушению биологически активных компонентов, снижая питательную ценность кормов.

В этом контексте применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты представляет собой перспективное направление развития технологий переработки биологического сырья. СВЧ-нагрев обладает рядом принципиальных преимуществ по сравнению с традиционными методами тепловой обработки. Прежде всего, он обеспечивает объемный характер нагрева, благодаря которому тепловая энергия генерируется непосредственно внутри материала. Это позволяет значительно ускорить технологический процесс и обеспечить более равномерное распределение температуры по всему объему обрабатываемой массы. В результате достигается эффективное обеззараживание сырья при минимальном времени обработки.

Использование СВЧ-нагрева в сочетании с механическим формованием гранул позволяет одновременно решать несколько технологических задач. Во-первых, происходит интенсивное нагревание многокомпонентного сырья, включающего как растительные, так и животные компоненты. Во-вторых, обеспечивается снижение бактериальной обсемененности до уровня, соответствующего санитарным требованиям. В-третьих, формируется удобная для хранения и транспортирования форма готового продукта – гранулы. Такая форма позволяет значительно повысить плотность корма и облегчает его дозированную раздачу животным.

Особое значение имеет тот факт, что процесс гранулирования сопровождается улучшением физико-механических свойств кормовой массы. Под воздействием давления и температуры происходит частичная трансформация структуры органических веществ, входящих в состав корма. В частности, наблюдается изменение структуры белков и углеводов, что способствует повышению их усвояемости в организме животных. Кроме того, при гранулировании происходит частичное разрушение клеточных стенок растительного сырья, благодаря чему питательные вещества становятся более доступными для ферментативного расщепления.

Важным технологическим преимуществом гранулированных кормов является их однородность. Каждая гранула содержит полный набор компонентов кормовой смеси, что исключает возможность избирательного поедания отдельных ингредиентов животными. Это особенно важно при кормлении птицы и рыб, которые при использовании рассыпных кормов часто выбирают только наиболее привлекательные фракции, оставляя менее вкусные компоненты. В результате нарушается баланс питательных веществ, что может негативно сказаться на продуктивности животных.

Применение комбинированных технологий, включающих СВЧ-нагрев и экструзию, позволяет дополнительно повысить качество получаемого продукта. Экструзионная обработка сопровождается интенсивным механическим воздействием на сырье, что приводит к его глубоким структурным изменениям. При прохождении через зону высокого давления и температуры кормовая масса приобретает пластичные свойства, а затем, после выхода из формующего отверстия, быстро охлаждается и стабилизируется. В результате формируется прочная гранулированная структура.

Экструзия также оказывает положительное влияние на микробиологические показатели корма. Высокая температура и давление, возникающие в рабочей зоне экструдера, способствуют уничтожению значительной части микроорганизмов. Таким образом, комбинированное применение СВЧ-нагрева и экструзионной обработки обеспечивает двойной эффект обеззараживания, что особенно важно при переработке сырья животного происхождения.

Дополнительным преимуществом разработанной технологии является ее энергетическая эффективность. СВЧ-нагрев позволяет значительно сократить продолжительность тепловой обработки, что приводит к снижению энергетических затрат. Кроме того, использование специальной конструкции гранулирующего устройства и экструдера способствует более рациональному использованию механической энергии. В результате суммарные энергозатраты на переработку сырья

остаются на сравнительно низком уровне, что повышает экономическую привлекательность технологии для сельскохозяйственных предприятий.

Следует отметить и конструктивные особенности разработанного оборудования. Использование тороидального резонатора в рабочей камере установки позволяет создать устойчивое распределение электромагнитного поля и обеспечить эффективное взаимодействие поля с обрабатываемым материалом. Такая конфигурация резонатора обеспечивает высокую добротность колебательной системы и позволяет концентрировать энергию электрического поля в рабочей зоне. Благодаря этому достигается высокая интенсивность диэлектрического нагрева при относительно небольшой мощности генераторов.

Важную роль играет также применение неферромагнитных материалов при изготовлении элементов рабочей камеры и матрицы. Это позволяет избежать искажения электромагнитного поля и обеспечить стабильную работу установки. Кроме того, конструкция гранулирующего узла предусматривает использование прижимных роликов с ребристой поверхностью, что способствует более равномерному распределению давления по поверхности матрицы и повышает прочность формируемых гранул.

Практическая реализация предложенной технологии может иметь значительный экономический и экологический эффект. Переработка непищевых отходов животного происхождения в кормовые продукты позволяет существенно сократить объемы отходов, подлежащих утилизации. Это снижает нагрузку на окружающую среду и уменьшает затраты на их удаление. Одновременно создается дополнительный источник высокобелкового кормового сырья, что особенно важно в условиях роста стоимости традиционных кормовых компонентов.

Использование подобных технологий может быть особенно актуально для фермерских хозяйств и небольших агропромышленных предприятий, где объемы отходов относительно невелики, но их утилизация требует значительных затрат. Компактность и сравнительно невысокая энергоемкость разработанной установки позволяют использовать ее непосредственно на территории хозяйств, что сокращает транспортные расходы и повышает эффективность переработки сырья.

Кроме того, внедрение таких технологий способствует развитию принципов замкнутого сельскохозяйственного производства. Отходы, образующиеся в процессе производства животноводческой продукции, возвращаются в производственный цикл в виде кормов, что позволяет более полно использовать биологические ресурсы. Такой подход соответствует современным концепциям устойчивого развития сельского хозяйства и рационального природопользования.

В целом результаты проведенных исследований подтверждают высокую эффективность использования электромагнитного поля сверхвысокой частоты для переработки многокомпонентного кормового сырья. Разработанная установка обеспечивает одновременное выполнение нескольких технологических операций: нагрев, обеззараживание, прессование и формование гранул. Это позволяет значительно упростить технологическую схему производства кормов и повысить его экономическую эффективность.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении связаны с оптимизацией режимов работы оборудования, а также с расширением спектра перерабатываемого сырья. Представляется целесообразным проведение дополнительных исследований по изучению влияния различных параметров электромагнитного поля на свойства кормовой массы и качество получаемых гранул. Также важным направлением является разработка новых конструкционных решений, направленных на повышение производительности установок и снижение их энергоемкости.

Таким образом, разработанная технология высокотемпературного формования комбинированного сырья на основе использования СВЧ-нагрева и экструзионной обработки представляет собой эффективное средство переработки отходов животного и растительного происхождения. Ее применение позволяет одновременно решать задачи повышения санитарной безопасности кормов, улучшения их питательной ценности и рационального использования биологических ресурсов сельского хозяйства. Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего внедрения подобных технологий в практику современного агропромышленного производства.

Список литературы

1. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
2. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
3. Патент № 2829166 C1 Российская Федерация, МПК C05F 11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023127788 : заявл.

27.10.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN BCRPUH.
4. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
5. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
6. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
7. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
8. 6 Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
9. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
10. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
11. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
12. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
13. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
14. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
15. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
16. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
17. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
18. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
19. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
20. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А.

Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
21. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
22. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
23. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
24. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
25. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
26. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
27. Шевелев, А. В. Поиск перспективных направлений модернизации систем поения на фермах КРС / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 232-240. – EDN WQFQQB.
28. Шевелев, А. В. Системы горячего водоснабжения с электронагревом воды: области применения в сельском хозяйстве / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Вестник НГИЭИ. 2015. № 10 (53). С. 64–70. EDN VBQRGD.
29. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
30. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
31. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
32. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
33. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
34. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
35. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.

УДК 621.372.413; 631.363

Дулепова Ю.М.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

МИКРОВОЛНОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы разработки и обоснования параметров микроволновых установок, предназначенных для гранулирования отходов животного и растительного происхождения. Исследование направлено на создание эффективных конструкций объемных резонаторов, обеспечивающих высокую напряженность электрического поля и непрерывность технологического процесса. Проведен анализ конструктивных решений установок с различными типами резонаторов и прессующих элементов. Выполнено моделирование электродинамических характеристик резонаторных систем с использованием специализированного программного обеспечения. Получены данные о распределении электромагнитного поля, значениях добротности резонаторов и параметрах электрического поля, что позволило определить рациональные режимы работы оборудования. Предложенные технические решения обеспечивают повышение

эффективности термообработки сырья, улучшение физико-механических свойств гранул и снижение энергетических затрат.

Ключевые слова: гранулирование, диэлектрический нагрев, кормовые гранулы, микроволновая установка, многокомпонентное сырье, объемный резонатор, СВЧ-генератор, электромагнитное поле.

Современное развитие сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности сопровождается увеличением объемов побочных продуктов и отходов растительного и животного происхождения. Рациональное использование этих ресурсов требует внедрения эффективных технологий переработки, обеспечивающих получение продукции с заданными физико-механическими и санитарными характеристиками. Одним из наиболее перспективных направлений является гранулирование многокомпонентного сырья, позволяющее повысить плотность материала, улучшить его транспортируемость и увеличить срок хранения. Вместе с тем традиционные методы гранулирования, основанные на механическом прессовании и внешнем нагреве, нередко сопровождаются значительными энергетическими затратами и недостаточной равномерностью тепловой обработки.

В связи с этим значительный интерес представляет использование электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для реализации процессов внутреннего нагрева материала. Диэлектрический нагрев основан на взаимодействии переменного электромагнитного поля с полярными молекулами вещества, что приводит к интенсивному преобразованию электромагнитной энергии в тепловую непосредственно в объеме сырья. Благодаря этому обеспечивается быстрый и равномерный нагрев материала без существенных тепловых потерь на поверхности оборудования.

Данный принцип широко используется в технологических установках с энергоподводом микроволнового диапазона, предназначенных для переработки различного сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки. Исследования показывают, что эффективность диэлектрического нагрева во многом определяется конструкцией резонаторной камеры и параметрами электродинамической системы генератора, обеспечивающих формирование устойчивого электромагнитного поля требуемой интенсивности [1; 2; 3; 4]. При этом важным параметром является собственная добротность резонатора, характеризующая способность системы аккумулировать электромагнитную энергию и обеспечивать высокий уровень напряженности электрического поля в рабочем объеме установки [1; 8; 33].

Анализ научных исследований показывает, что при разработке микроволновых установок особое внимание уделяется согласованию геометрических параметров резонатора с длиной волны электромагнитного излучения. Несоблюдение этого условия может привести к возникновению паразитных мод колебаний и неравномерному распределению электромагнитного поля в рабочей зоне [8; 11; 12]. В связи с этим для повышения эффективности технологических процессов применяются различные типы объемных резонаторов, включая цилиндрические, конические, полусферические и тороидальные конструкции, позволяющие оптимизировать распределение энергии в зоне обработки материала [5; 20; 31].

Проведенные исследования подтверждают, что рациональный выбор конфигурации резонатора позволяет существенно повысить интенсивность теплового воздействия на обрабатываемое сырье. В частности, использование взаимосвязанных или многомодульных резонаторных систем обеспечивает увеличение объема рабочей зоны и равномерность нагрева материала в процессе непрерывной переработки [2; 3; 5]. Такие решения нашли применение при создании установок для переработки продуктов пчеловодства, где требуется интенсивное и равномерное нагревание воскового сырья при сохранении его физико-химических свойств [6; 7; 11].

В работах ряда исследователей установлено, что применение микроволновых технологий позволяет значительно сократить продолжительность технологических операций и повысить энергоэффективность оборудования. Например, при переработке воскового сырья электромагнитное поле СВЧ-диапазона обеспечивает ускоренный нагрев и плавление материала, что способствует повышению выхода готового продукта и снижению потерь сырья [6; 9; 10]. Экспериментальные исследования динамики нагрева подтверждают, что температура материала при микроволновой обработке возрастает значительно быстрее по сравнению с традиционными способами теплопередачи [9; 10].

Следует отметить, что микроволновая энергия эффективно используется не только в технологиях переработки воскового сырья, но и в процессах сушки, плавления, обеззараживания и термообработки различных видов сельскохозяйственного сырья. Так, разработаны СВЧ-конвективные установки для сушки растительного сырья, в частности хмеля, где сочетание микроволнового и конвективного нагрева позволяет значительно повысить интенсивность удаления влаги и сохранить биологически активные вещества [14; 15; 16]. Применение резонаторных барабанов и специальных направляющих элементов обеспечивает равномерное распределение материала в зоне воздействия электромагнитного поля и повышает эффективность технологического процесса [14; 15].

В последние годы активно развиваются технологии микроволновой переработки вторичного сырья животного происхождения. Исследования показывают, что СВЧ-нагрев является эффективным способом термообработки жиросодержащего мясного сырья, обеспечивая интенсивное плавление жировых компонентов и одновременное обеззараживание продукта [17; 18; 19]. Для реализации таких процессов разрабатываются специализированные установки с барабанными, тороидальными и коническими резонаторами, позволяющими обеспечить непрерывный режим работы и высокую производительность оборудования [17; 18; 20].

В ряде работ предложены конструктивные решения микроволновых установок, предназначенных для извлечения жира из костного сырья и других вторичных продуктов мясопереработки. Использование электромагнитного поля СВЧ-диапазона позволяет ускорить процесс разрушения структурных связей в тканях и повысить выход целевых компонентов [21; 24; 25]. Кроме того, микроволновые технологии успешно применяются для термообработки отдельных видов мясного сырья, включая мышечные желудки птиц и другие побочные продукты переработки, что способствует улучшению их санитарных характеристик и расширению возможностей дальнейшего использования [22; 23; 24].

Важным направлением развития микроволновых технологий является создание радиогерметичных установок непрерывно-поточного действия, обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования и минимизацию потерь электромагнитной энергии в окружающую среду [23, 24]. Применение специальных конструктивных решений, включая экранирующие элементы и согласующие устройства, позволяет повысить коэффициент использования энергии и улучшить условия работы персонала [23; 25].

Микроволновые технологии также нашли применение в процессах переработки молочной продукции. Например, разработаны установки непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива, в которых используются резонаторы нетрадиционной формы, обеспечивающие равномерное распределение электромагнитного поля в рабочем объеме [26; 27; 28]. Использование подобных устройств позволяет существенно сократить продолжительность технологического процесса и сохранить биологическую ценность продукта.

Помимо переработки пищевого сырья, микроволновые установки применяются для обработки различных видов сельскохозяйственной продукции и отходов. Так, разработаны установки для обеззараживания сыпучих материалов и предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов, что способствует повышению урожайности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции [29; 30; 32].

Перспективным направлением исследований является разработка новых типов резонаторных систем, обеспечивающих повышение эффективности преобразования микроволновой энергии в тепловую. В частности, использование тороидальных, конических и комбинированных резонаторов позволяет создать условия для концентрации электромагнитного поля в рабочей зоне и повысить интенсивность нагрева перерабатываемого сырья [20; 31; 35]. При этом важную роль играет оптимизация геометрических параметров резонатора и согласование их с характеристиками генератора, что обеспечивает стабильность работы установки и равномерность распределения электромагнитной энергии [12; 24; 35].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой эффективности использования микроволновой энергии в технологических процессах переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов животного происхождения. Применение СВЧ-установок с различными типами резонаторов позволяет существенно повысить интенсивность тепловой обработки, сократить продолжительность технологических операций и улучшить качество получаемой продукции. Дальнейшее развитие данного направления связано с совершенствованием конструкций резонаторных систем, повышением энергоэффективности оборудования и расширением области применения микроволновых технологий в агропромышленном комплексе [11; 12; 35].

Применение микроволновых технологий в процессах гранулирования позволяет одновременно осуществлять термообработку и формирование гранул, что существенно повышает эффективность технологического процесса.

Разработка установок, использующих микроволновую энергию, требует детального анализа параметров электродинамической системы. В первую очередь необходимо обеспечить оптимальное распределение электромагнитного поля в рабочем объеме резонатора, где происходит обработка сырья. Неравномерность поля может привести к локальному перегреву или, наоборот, к недостаточной термической обработке отдельных участков материала. Поэтому при проектировании установок особое внимание уделяется выбору формы резонаторной камеры, расположению источников излучения и согласованию параметров генератора с геометрическими характеристиками рабочей зоны.

В исследованиях по созданию микроволновых грануляционных установок широко используются методы математического моделирования и компьютерного анализа. С помощью специализированных программных комплексов возможно рассчитать распределение напряженности электрического и

магнитного полей в резонаторе, определить его добротность и оценить эффективность передачи энергии от генератора к обрабатываемому материалу. Результаты моделирования позволяют оптимизировать конструкцию оборудования еще на стадии проектирования, что значительно снижает затраты на проведение экспериментальных исследований и изготовление опытных образцов.

Одним из перспективных технических решений является использование рабочей камеры, выполненной в форме тороидального резонатора. Особенность такой конструкции заключается в том, что в узком кольцевом зазоре между элементами резонатора формируется область повышенной напряженности электрического поля. Именно в этой зоне размещается рабочая часть гранулятора, где происходит нагрев и уплотнение сырья. Конструкция резонатора включает систему коаксиально расположенных цилиндрических элементов, образующих замкнутый объем. Источники микроволнового излучения вводят энергию в резонатор через специальные волноводы, обеспечивая возбуждение электромагнитных колебаний требуемой частоты.

Технологический процесс в установке начинается с подачи предварительно подготовленного сырья в приемный узел. Материал может представлять собой смесь отходов животного происхождения, растительных компонентов и различных добавок. Для обеспечения стабильности процесса влажность сырья поддерживается на определенном уровне, что способствует эффективному поглощению микроволновой энергии. Далее сырье перемещается с помощью шнекового механизма и подвергается измельчению, после чего поступает в рабочую зону резонатора.

В области действия электромагнитного поля происходит интенсивный диэлектрический нагрев материала. Электромагнитная энергия преобразуется в тепловую за счет колебаний дипольных молекул, содержащихся в сырье, что приводит к быстрому повышению температуры во всем объеме смеси. Одновременно осуществляется частичное обеззараживание материала, поскольку большинство микроорганизмов погибает при повышенных температурах. После нагрева материал подвергается механическому прессованию с использованием роликов и прессующей матрицы. В результате уплотнения сырье продавливается через отверстия матрицы и приобретает форму цилиндрических гранул.

Сформированные гранулы отделяются от основной массы материала при помощи режущего механизма и выводятся из рабочей зоны установки. Такой способ гранулирования обеспечивает непрерывность технологического процесса и позволяет получать продукцию с достаточно высокой плотностью и прочностью. Дополнительным преимуществом является снижение времени термической обработки по сравнению с традиционными методами нагрева.

Другим вариантом реализации микроволновой технологии гранулирования является использование резонаторов эллипсоидной формы, совмещенных с зубчатыми кольцевыми матрицами. В такой установке формирование гранул осуществляется в каналах прессования, расположенных в зубчатых элементах матриц. При вращении матриц измельченное сырье поступает в пространство между зубьями и постепенно перемещается в сторону каналов прессования. Под действием механического давления и электромагнитного поля происходит уплотнение и нагрев материала.

Эллипсоидная форма резонаторов обеспечивает благоприятное распределение электромагнитного поля в рабочей зоне, что способствует более равномерной термической обработке сырья. Излучатели микроволновой энергии располагаются в верхней части резонаторов и направляют электромагнитное поле непосредственно в область формирования гранул. В процессе движения по каналу прессования материал подвергается постепенному уплотнению, при этом внутренние напряжения в грануле уменьшаются, что способствует повышению ее прочности.

После выхода из канала сформированные гранулы отделяются ножом и поступают в приемное устройство, откуда далее выводятся из установки. Одновременно с этим излишки сырья, не участвующие в процессе прессования, возвращаются в рабочую зону и вновь вовлекаются в технологический процесс. Такая организация работы обеспечивает рациональное использование сырья и минимизацию технологических потерь.

При проектировании микроволновых грануляционных установок важной задачей является согласование параметров генератора, объема резонатора и диэлектрических характеристик обрабатываемого материала. От этих факторов зависит эффективность преобразования электромагнитной энергии в тепловую и стабильность работы оборудования. Кроме того, необходимо учитывать геометрические размеры резонатора, которые должны быть соизмеримы с длиной волны используемого излучения. Слишком большие размеры камеры могут привести к возбуждению большого числа колебательных мод и ухудшению распределения электромагнитного поля.

Проведенные исследования показали, что применение микроволновой энергии позволяет значительно сократить продолжительность тепловой обработки сырья. В зависимости от параметров установки и свойств материала время воздействия электромагнитного поля может составлять всего несколько секунд. При этом достигается достаточная степень нагрева и обеззараживания сырья, что делает технологию особенно перспективной для переработки отходов животного происхождения.

Энергетическая эффективность микроволновых установок определяется удельными затратами энергии на единицу массы перерабатываемого материала. Результаты экспериментальных и расчетных исследований показывают, что при оптимальных режимах работы удельные энергозатраты могут быть существенно ниже по сравнению с традиционными методами тепловой обработки. Это объясняется тем, что микроволновый нагрев осуществляется непосредственно в объеме материала и практически не требует прогрева массивных конструкционных элементов оборудования.

Применение микроволновых установок с объемными резонаторами открывает новые возможности для совершенствования технологий гранулирования многокомпонентного сырья. Использование диэлектрического нагрева позволяет обеспечить высокую интенсивность термической обработки, улучшить физико-механические свойства гранул и повысить санитарную безопасность продукции. Разработанные конструктивные решения могут быть использованы при создании промышленного оборудования для переработки отходов сельскохозяйственного производства и получения кормовых гранул высокого качества.

Дальнейшие исследования в данном направлении связаны с оптимизацией параметров электродинамических систем, совершенствованием конструкций резонаторов и разработкой методов управления процессом нагрева. Особое внимание уделяется повышению равномерности распределения электромагнитного поля в рабочем объеме и снижению энергетических затрат. Реализация этих задач позволит повысить эффективность микроволновых технологий и расширить область их применения в агропромышленном комплексе и перерабатывающей промышленности.

Список литературы

1. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
2. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
3. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
4. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
5. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
6. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
7. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
8. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
9. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
10. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
11. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
12. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 :

опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
13. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
14. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
15. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
16. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
17. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
18. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
19. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
20. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
21. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
22. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
23. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
24. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
25. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
26. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
27. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
28. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
29. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
30. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
31. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
32. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.

33. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
34. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
35. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.

УДК 621.372.413; 631.363

Дулепова Ю.М.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ И ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Рассматриваются вопросы совершенствования технологических процессов переработки отходов сельскохозяйственного сырья путем их гранулирования с одновременной термической обработкой в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Обоснована необходимость создания компактных установок малой производительности, предназначенных для использования в фермерских хозяйствах. Предложена конструкция микроволновой установки с цилиндрическим резонатором-матрицей, обеспечивающей непрерывный процесс гранулирования и обеззараживания многокомпонентного сырья животного и растительного происхождения. Проведен анализ конструктивных особенностей рабочей камеры, обеспечивающей высокую напряженность электрического поля и эффективное формование гранул. Экспериментальные исследования выполнены с применением методов математической статистики и активного планирования многофакторного эксперимента. Получены регрессионные зависимости, позволяющие оценить влияние основных технологических параметров на температуру гранул, производительность установки и уровень микробиологической обсемененности. Установлены рациональные режимы работы оборудования, обеспечивающие высокое качество гранулированной продукции при минимальных энергетических затратах.

Ключевые слова: гранулирование, диэлектрический нагрев, матрица, микроволновая установка, отходы сельскохозяйственного сырья, рабочая камера, резонатор, сверхвысокочастотное излучение, технологические параметры,

В условиях современного развития агропромышленного комплекса особую актуальность приобретает проблема рационального использования отходов сельскохозяйственного производства. В процессе переработки растительного сырья, производства зерновых продуктов, а также в животноводстве образуются значительные объемы побочных материалов, которые при отсутствии эффективных технологий переработки могут становиться источником экологических и санитарных проблем. Одним из наиболее перспективных способов утилизации таких отходов является их переработка в гранулированные кормовые продукты. Гранулирование позволяет повысить плотность материала, улучшить условия хранения и транспортировки, а также увеличить усвояемость корма животными.

В традиционных технологиях производства гранулированных кормов широко используются пресс-грануляторы, в которых формование гранул осуществляется путем механического продавливания подготовленной смеси через отверстия матрицы. Для повышения пластичности материала и улучшения условий прессования нередко применяется паровая обработка. Однако использование пара сопровождается повышенными энергетическими затратами и требует сложного технологического оборудования. Кроме того, воздействие высокой температуры и влажности может приводить к разрушению витаминов и биологически активных компонентов, что снижает питательную ценность готового продукта. В условиях небольших фермерских хозяйств применение крупногабаритных паровых установок оказывается экономически нецелесообразным, что стимулирует поиск альтернативных технологических решений.

Одним из таких решений является использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты для нагрева и обработки сельскохозяйственного сырья.

В условиях небольших фермерских хозяйств применение крупногабаритных паровых установок оказывается экономически нецелесообразным, что стимулирует поиск альтернативных технологических решений. Одним из наиболее перспективных направлений является использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты для термической обработки и обеззараживания сельскохозяйственного сырья. Применение микроволновой энергии позволяет значительно ускорить процесс нагрева материала, обеспечить его объемную обработку и снизить энергозатраты по сравнению с традиционными методами теплового воздействия. Современные исследования показывают, что использование СВЧ-энергии в переработке сырья позволяет объединить несколько технологических операций в одном оборудовании, что особенно важно для предприятий малой мощности и фермерских хозяйств [1; 2; 3].

Развитие микроволновых технологий в агропромышленном комплексе связано с активным совершенствованием конструкций резонаторных камер и рабочих органов установок. Так, в ряде исследований были предложены установки с взаимосвязанными цилиндрическими резонаторами, обеспечивающими непрерывную термообработку различных видов сырья и более равномерное распределение электромагнитного поля в рабочем объеме [1]. Аналогичные технические решения применяются и при разработке установок для извлечения меда из воскового сырья, где использование резонаторов непрерывного действия позволяет эффективно сочетать процессы нагрева и механического разделения компонентов [3]. Использование двухмодульных конструкций СВЧ-установок также показало высокую эффективность при переработке воскового сырья, что подтверждает перспективность применения подобных схем в других технологических процессах переработки сельскохозяйственной продукции [4].

Важное значение при проектировании микроволнового оборудования имеет обеспечение радиогерметичности и энергетической эффективности рабочих камер. В исследованиях, посвященных разработке радиогерметичных плавителей жирового сырья непрерывного действия, показано, что правильный выбор формы резонатора и системы подвода электромагнитной энергии позволяет значительно повысить коэффициент использования мощности генератора [5]. В современных патентных разработках предлагаются различные варианты резонаторных камер, включая конические, цилиндрические и комбинированные конструкции. Например, применение конического резонатора обеспечивает концентрацию электромагнитной энергии в зоне обработки материала и позволяет повысить интенсивность нагрева при сравнительно небольшой мощности генератора [6].

Перспективным направлением развития микроволнового оборудования является создание установок непрерывно-поточного действия, предназначенных для переработки различных видов животного сырья. В частности, разработаны установки для извлечения жира из костей убойных животных, в которых микроволновый нагрев обеспечивает эффективное разрушение структуры сырья и ускоряет процесс выделения жировых компонентов [7]. Аналогичные решения применяются и при переработке жиросодержащего мясного сырья, где СВЧ-нагрев используется в сочетании с механическим измельчением материала, что позволяет повысить эффективность технологического процесса [8]. Использование тороидальных резонаторов также показало высокую эффективность при создании измельчителей-плавителей жиросырья непрерывного действия, поскольку такая форма рабочей камеры способствует равномерному распределению электромагнитного поля и снижению энергетических потерь [9].

Дополнительные возможности повышения эффективности микроволновых установок связаны с применением барабанных резонаторов, которые обеспечивают непрерывное перемешивание материала и равномерное его нагревание в процессе обработки [10]. Проведенные исследования вторичного мясного сырья показали, что использование СВЧ-обработки позволяет существенно повысить эффективность термической обработки и обеззараживания подобных материалов, что особенно важно при их последующем использовании в кормопроизводстве [11]. В работах, посвященных разработке параметров микроволновых установок для обработки жиросодержащего сырья, установлено, что оптимальный выбор геометрии резонатора и режимов работы генератора позволяет обеспечить высокую производительность оборудования при минимальных энергетических затратах [12].

Значительный интерес представляют также конструкции установок с коаксиально расположенными резонаторами, в которых электромагнитная энергия подводится одновременно к нескольким рабочим камерам. Подобные решения позволяют обеспечить более равномерное распределение мощности и повысить интенсивность нагрева обрабатываемого материала [13]. При этом анализ различных типов рабочих камер показал, что для процессов гранулирования и термообработки отходов сельскохозяйственного сырья наиболее эффективными являются цилиндрические и комбинированные резонаторные системы, обеспечивающие устойчивые режимы распространения электромагнитного поля [14].

Помимо переработки мясного и жирового сырья, микроволновые технологии активно применяются для обработки зерна и зернопродуктов. Разработанные СВЧ-установки для обеззараживания зерна позволяют эффективно уничтожать патогенную микрофлору и вредителей без применения химических средств защиты [15]. Использование тороидальных резонаторов и специальных роторов обеспечивает равномерное перемещение зерновой массы в зоне действия электромагнитного поля и повышает эффективность процесса нагрева [16]. Аналогичные принципы используются и при разработке установок с биконическими резонаторами, предназначенных для термообработки мясного сырья, где геометрия рабочей камеры обеспечивает оптимальное распределение электромагнитной энергии [17].

Следует отметить, что использование электрофизических методов воздействия на биологические материалы в сельском хозяйстве имеет длительную историю развития. Например, в ветеринарной практике применялись различные физиопрофилактические устройства, предназначенные для обработки животных и продуктов животноводства [18]. Эти исследования стали важной основой для дальнейшего развития технологий электромагнитной обработки сырья и создания современных микроволновых установок.

В технологических процессах переработки жиросодержащего сырья СВЧ-нагрев также показал высокую эффективность. Он позволяет ускорить процессы плавления и выделения жировых фракций, одновременно обеспечивая обеззараживание материала [19]. Разработка установок для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения показала, что использование микроволновой энергии позволяет организовать непрерывный процесс переработки сырья с высокой степенью его санитарной обработки [20]. На основе этих исследований были предложены операционно-технологические схемы переработки мягких непищевых отходов, включающие стадии измельчения, нагрева и последующего использования продуктов переработки [21].

Большое внимание уделяется также разработке установок для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Использование микроволнового нагрева позволяет уничтожать микроорганизмы и насекомых-вредителей без ухудшения качества зерна [22]. В ряде патентов описаны установки для термообработки сырья в оболочке, где электромагнитное поле воздействует непосредственно на продукт, обеспечивая его быстрый и равномерный нагрев [23]. Дополнительные возможности открывает применение микроволновых установок для шелушения и обеззараживания зерна, что позволяет объединить несколько технологических операций в одном оборудовании [24].

Разработка установок для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты позволила существенно повысить эффективность переработки продуктов животного происхождения [25]. В ряде исследований рассматриваются также установки барабанного типа для микронизации зерна, где микроволновый нагрев сочетается с механическим воздействием на обрабатываемый материал [26]. Использование подобных технологий позволяет получать новые виды кормовых продуктов с улучшенными физико-химическими характеристиками.

Для переработки жирового сырья предложены установки для вытопки жира в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, которые обеспечивают быстрый нагрев и эффективное разделение компонентов сырья [27]. Аналогичные решения применяются и в установках для плавления жира, где микроволновая энергия используется в качестве основного источника тепла [28]. Важным направлением развития является также создание установок для одновременного измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов, что позволяет существенно сократить продолжительность технологического процесса [29].

Разработка центробежных установок для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты показала, что сочетание механического перемешивания и микроволнового нагрева обеспечивает высокую интенсивность обработки материала [30]. В научных исследованиях также рассматриваются различные типы резонаторных камер, включая тороидальные резонаторы, которые обеспечивают эффективное использование электромагнитной энергии и устойчивые режимы работы оборудования [31].

Конструктивные особенности СВЧ-оборудования для обработки сельскохозяйственного сырья подробно рассмотрены в ряде работ, посвященных анализу различных типов резонаторов и систем подвода энергии [32]. Отдельное внимание уделяется разработке установок для обеззараживания комбикормов, поскольку санитарная безопасность кормов является важным фактором повышения эффективности животноводства [33]. Перспективным направлением считается применение движущихся источников сверхвысокочастотной энергии, позволяющих равномерно распределять электромагнитное воздействие по всему объему обрабатываемого материала [34].

В целом проведенные исследования показывают, что развитие микроволнового оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья является важным направлением совершенствования технологических процессов агропромышленного комплекса. Создание компактных и энергоэффективных установок позволяет значительно расширить возможности фермерских хозяйств

по переработке отходов производства и получению высококачественных кормовых продуктов. Разработка подобных технологических решений способствует более рациональному использованию ресурсов, снижению экологической нагрузки и повышению эффективности сельскохозяйственного производства [35].

СВЧ-нагрев основан на явлении диэлектрических потерь, возникающих при взаимодействии переменного электромагнитного поля с полярными молекулами вещества. В результате колебательного движения молекул происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую, что приводит к быстрому и равномерному нагреву материала по всему объему. В отличие от традиционных методов теплопередачи, при которых тепло распространяется от поверхности к центру материала, микроволновый нагрев обеспечивает объемное распределение энергии, что значительно ускоряет технологический процесс.

Использование сверхвысокочастотного излучения в технологических процессах переработки сельскохозяйственного сырья имеет ряд преимуществ. Прежде всего, данный метод позволяет существенно сократить время термической обработки и снизить энергозатраты. Кроме того, СВЧ-нагрев способствует эффективному обеззараживанию материала, поскольку высокая температура достигается в короткий промежуток времени, что приводит к гибели большинства микроорганизмов. Это особенно важно при переработке отходов животного происхождения, которые могут содержать значительное количество патогенной микрофлоры. Еще одним преимуществом является возможность точного регулирования параметров процесса путем изменения мощности генератора и продолжительности воздействия электромагнитного поля.

В последние годы значительное внимание уделяется разработке микроволновых установок, предназначенных для применения в агропромышленном комплексе. Однако большинство существующих конструкций ориентировано на процессы сушки или термической обработки сырья и не предусматривает одновременного формования гранул. В связи с этим возникает необходимость создания технологических систем, способных совмещать процессы нагрева, обеззараживания и гранулирования в едином рабочем цикле. Решение данной задачи требует разработки специальных рабочих камер и резонаторных систем, обеспечивающих равномерное распределение электромагнитного поля и эффективное взаимодействие его с обрабатываемым материалом.

В рамках проведенного исследования была разработана микроволновая установка, предназначенная для гранулирования отходов растительного и животного происхождения с одновременной их термической обработкой. Конструкция установки включает цилиндрический экранирующий корпус, внутри которого размещена рабочая камера в виде объемного резонатора. Особенностью данной камеры является совмещение резонатора с гранулирующей матрицей, что позволяет использовать электромагнитное поле непосредственно в зоне формования гранул. Такая компоновка обеспечивает интенсивный нагрев материала и способствует улучшению его пластических свойств, что облегчает процесс прессования.

Рабочая камера установки представляет собой цилиндрический резонатор, размеры которого согласованы с длиной волны используемого сверхвысокочастотного излучения. С боковой стороны резонатора расположены излучатели СВЧ-генераторов, равномерно распределенные по окружности. Такое расположение источников излучения обеспечивает формирование устойчивого электромагнитного поля внутри рабочей зоны и предотвращает образование локальных перегревов материала. Внутри резонатора размещены прижимные диэлектрические ролики, взаимодействующие с цилиндрической матрицей, имеющей систему радиальных отверстий для формирования гранул.

Сырье подается в рабочую камеру через загрузочную емкость, выполненную из неферромагнитного материала. Для предотвращения утечки электромагнитного излучения конструкция загрузочного узла включает специальный конусообразный экран, образующий кольцевое пространство, размеры которого меньше четверти длины волны. Такая конструкция обеспечивает радиогерметичность установки и безопасные условия эксплуатации оборудования. После попадания в рабочую камеру материал подвергается воздействию электромагнитного поля, что приводит к его интенсивному нагреву и частичному обезвоживанию. Одновременно вращающиеся ролики создают механическое давление, продавливая размягченный материал через отверстия матрицы.

Формируемые гранулы срезаются специальным ножом, установленным на вращающемся валу, после чего выводятся из рабочей камеры через выгрузной патрубок. Благодаря совмещению процессов нагрева и прессования удается значительно сократить продолжительность технологического цикла и повысить эффективность переработки сырья. Кроме того, микроволновая обработка способствует улучшению микробиологических показателей продукции, поскольку высокая температура и электромагнитное воздействие приводят к уничтожению значительной части микроорганизмов.

Использование сверхвысокочастотной энергии в процессах гранулирования сельскохозяйственных отходов представляет собой перспективное направление развития технологий переработки сырья. Разработка эффективных микроволновых установок позволяет повысить

экономическую эффективность производства кормов, снизить энергопотребление и улучшить качество конечного продукта.

Продолжая исследование разработанной микроволновой установки для термообработки и гранулирования отходов сельскохозяйственного сырья, следует отметить, что ключевую роль в обеспечении эффективности технологического процесса играет конструкция рабочей камеры. Именно в ней происходит формирование электромагнитного поля сверхвысокой частоты, нагрев обрабатываемого материала и последующее формование гранул. При проектировании рабочей камеры необходимо учитывать особенности распространения электромагнитных волн, условия формирования устойчивых резонансных режимов, а также требования к безопасной эксплуатации оборудования.

Рабочая камера разработанной установки выполнена в виде цилиндрического объемного резонатора, размеры которого согласованы с длиной волны используемого сверхвысокочастотного излучения. Такая конструкция позволяет сформировать внутри камеры устойчивое электромагнитное поле высокой интенсивности, обеспечивающее эффективный диэлектрический нагрев перерабатываемого материала. Использование цилиндрической формы обусловлено тем, что она обеспечивает равномерное распределение поля по рабочему объему и способствует уменьшению потерь энергии. Кроме того, подобная геометрия облегчает размещение элементов механизма гранулирования внутри резонаторной камеры.

Особенностью предложенной конструкции является совмещение функций резонатора и формующей матрицы. Цилиндрическая матрица с системой радиальных отверстий является составной частью рабочей камеры и одновременно выполняет роль стенки резонатора. Такое решение позволяет расположить зону формирования гранул непосредственно в области максимальной напряженности электрического поля. В результате обеспечивается интенсивный нагрев сырья именно в том месте, где происходит его механическое сжатие и формование. Это способствует улучшению пластичности материала и облегчает процесс продавливания смеси через отверстия матрицы.

Для равномерного распределения электромагнитной энергии по рабочему объему камеры в конструкции предусмотрено несколько излучателей сверхвысокочастотного генератора. Они размещены по окружности резонатора с определенным угловым смещением. Такое расположение позволяет создать симметричную структуру электромагнитного поля и избежать образования зон локального перегрева или недостаточного нагрева материала. В результате обеспечивается более стабильное протекание технологического процесса и повышение качества получаемых гранул.

Внутри рабочей камеры установлен механизм гранулирования, включающий диэлектрические прижимные ролики, которые вращаются и прижимают перерабатываемое сырье к внутренней поверхности цилиндрической матрицы. Поверхность роликов имеет специальный рельеф, позволяющий эффективно захватывать и перемещать материал в зоне прессования. Под действием механического давления и одновременно действующего микроволнового нагрева смесь размягчается и продавливается через отверстия матрицы. Образующиеся гранулы затем отделяются ножом, установленным на вращающемся валу, и выводятся из рабочей зоны.

Особое внимание при разработке установки уделено вопросам электромагнитной безопасности и предотвращения утечки излучения за пределы рабочей камеры. Для этого все элементы конструкции, через которые осуществляется подача и вывод материала, оснащены специальными экранирующими устройствами. Загрузочная емкость выполнена таким образом, чтобы между ее элементами образовывалось кольцевое пространство, размеры которого меньше четверти длины волны используемого излучения. Благодаря этому электромагнитная энергия отражается обратно в рабочую камеру и не выходит наружу. Такое конструктивное решение обеспечивает радиогерметичность установки и безопасность ее эксплуатации.

В ходе экспериментальных исследований была проведена оценка влияния различных технологических параметров на эффективность процесса гранулирования и качество получаемой продукции. Особое внимание уделялось таким показателям, как температура гранул, производительность установки, энергетическая эффективность процесса и уровень микробиологической обсемененности продукта. Анализ результатов показал, что использование микроволнового нагрева позволяет значительно ускорить процесс термической обработки сырья и обеспечить равномерное распределение температуры внутри формируемых гранул.

Важным результатом проведенных исследований стало подтверждение способности сверхвысокочастотного излучения эффективно снижать микробиологическую загрязненность перерабатываемого сырья. В процессе нагрева в электромагнитном поле происходит быстрое повышение температуры материала, что приводит к гибели значительной части микроорганизмов. Кроме того, воздействие микроволнового излучения может оказывать дополнительное разрушительное влияние на клеточные структуры микроорганизмов. В результате получаемые гранулы характеризуются более высокими санитарно-гигиеническими показателями по сравнению с продукцией, полученной традиционными методами гранулирования.

Проведенные исследования также показали, что применение микроволнового нагрева позволяет повысить прочность гранул без использования дополнительных связующих веществ. При нагреве в электромагнитном поле происходит частичное размягчение органических компонентов сырья, в результате чего они лучше связываются между собой при механическом сжатии. После охлаждения гранулы сохраняют форму и обладают достаточной механической прочностью для дальнейшего хранения и транспортировки.

Еще одним важным преимуществом разработанной установки является возможность регулирования технологических параметров в широких пределах. Изменяя мощность сверхвысокочастотного генератора, скорость вращения механизма гранулирования и характеристики формующей матрицы, можно адаптировать оборудование для переработки различных видов сельскохозяйственного сырья. Это особенно важно для фермерских хозяйств, где состав используемых отходов может значительно варьироваться в зависимости от сезона и структуры производства.

Эксплуатационные испытания установки подтвердили ее работоспособность и устойчивость технологического процесса в непрерывном режиме. В процессе работы оборудование обеспечивало стабильное формирование гранул с равномерной структурой и достаточной плотностью. Полученные гранулы характеризовались хорошими физико-механическими свойствами и улучшенными санитарными показателями. При этом энергозатраты на проведение технологического процесса оказались ниже по сравнению с традиционными методами термической обработки и гранулирования.

Таким образом, проведенные исследования позволили обосновать эффективность применения микроволновой энергии в процессах переработки сельскохозяйственных отходов и получения гранулированной кормовой продукции. Разработанная установка с цилиндрическим резонатором-матрицей обеспечивает совмещение процессов нагрева, обеззараживания и формования гранул в единой технологической системе. Такое сочетание позволяет существенно сократить продолжительность обработки сырья и повысить экономическую эффективность производства.

В целом результаты работы подтверждают перспективность дальнейшего развития технологий микроволновой обработки в агропромышленном комплексе. Использование сверхвысокочастотного нагрева открывает новые возможности для создания компактных и энергоэффективных установок, предназначенных для переработки различных видов сельскохозяйственного сырья. Применение подобных технологий может способствовать более рациональному использованию ресурсов, снижению экологической нагрузки и повышению качества продукции животноводства.

Разработанная микроволновая установка может быть рекомендована для внедрения в фермерских хозяйствах и на малых перерабатывающих предприятиях. Ее использование позволит эффективно перерабатывать отходы растительного и животного происхождения, получая при этом высококачественные гранулированные корма. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование конструкции рабочей камеры, оптимизацию режимов микроволнового воздействия и расширение области применения разработанной технологии.

Список литературы

1. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
2. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
3. Патент № 2829166 C1 Российская Федерация, МПК C05F 11/08. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023127788 : заявл. 27.10.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN BCRPUH.
4. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
5. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
6. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.

7. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
8. Патент № 2829108 C1 Российская Федерация, МПК A22B 7/00. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов : № 2023123873 : заявл. 15.09.2023 : опубл. 24.10.2024 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN FPARCP.
9. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
10. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором : № 2021136688 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
11. Патент № 2837276 C1 Российская Федерация, МПК H05B 6/64, F26B 3/347. микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц : заявл. 07.05.2024 : опубл. 28.03.2025 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN XAKIMM.
12. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
13. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
14. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
15. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
16. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
17. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
18. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
19. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
20. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
21. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
22. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
23. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
24. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.

25. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
26. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
27. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
28. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
29. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
30. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
31. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
32. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
33. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
34. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
35. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
36. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
37. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
38. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.

УДК 621.365.2:637.5:66.047.3

Суслов С.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ РОССИИ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация. В работе выполнен расширенный анализ электрофизических параметров рыб, перерабатываемых в Российской Федерации, с учетом 3 ключевых характеристик – диэлектрической проницаемости, электропроводности и удельного сопротивления. Рассмотрены 5 групп факторов, влияющих на изменение электрических свойств тканей: видовая принадлежность, температура, содержание влаги и жира, степень свежести и соленость. Обобщены результаты более чем 10 отечественных и зарубежных исследований, посвященных измерению импедансных характеристик биологических объектов в широком диапазоне частот от 10^2 до 10^{10} Гц. Проведен сопоставительный анализ промысловых морских и пресноводных видов, включая не менее 20 наименований рыб, добываемых и перерабатываемых в России. Показано, что вариация электропроводности тканей при нагреве на каждые 10 °C может достигать 8–15 %, что существенно влияет на эффективность

электрофизических методов обработки. Сделан вывод о необходимости систематизации экспериментальных данных и формирования региональной базы параметров для оптимизации 2 основных направлений – контроля качества и разработки энергоэффективных технологий переработки.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, импеданс, качество, переработка, рыба, СВЧ-нагрев, электропроводность,

Развитие рыбоперерабатывающей отрасли в Российской Федерации тесно связано с внедрением научно обоснованных методов контроля качества сырья и совершенствованием технологий его обработки. В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к использованию электрофизических характеристик биологических тканей в качестве диагностических и технологических параметров. Электрофизические свойства рыб определяются их химическим составом, структурой тканей и физиологическим состоянием, а потому могут служить интегральным показателем качества, свежести и пригодности к дальнейшей переработке. Особенно актуальным становится изучение этих параметров в условиях внедрения энергоэффективных методов тепловой обработки, основанных на объемном электромагнитном воздействии.

При разработке представленного исследования использовались результаты работ, посвященных созданию установок с нестандартными резонаторными системами и анализу их эффективности. В частности, были учтены положения, изложенные в публикациях по разработке СВЧ-установки для измельчения и плавления жиросырья [1], а также в исследованиях, посвященных созданию микроволновой воскотопки [2]. Существенное значение имели патентные решения по коаксиальным спиральным резонаторам [3] и центробежным установкам с электрофизическим воздействием [4]. Конструктивные особенности сферических резонаторов непрерывного действия анализировались с учетом данных, представленных в источнике [5], а моделирование электродинамических процессов в квазирезонаторных системах – на основе результатов работы [6].

При формировании концепции резонаторных камер учитывались решения, реализованные в установках с усеченными коническими резонаторами [7], а также данные по микроволновым установкам для переработки вторичного мясного сырья [8]. Вопросы интенсификации термообработки с использованием сверхвысокочастотного энергоподвода опирались на результаты исследований [9], а расчет параметров СВЧ-конвективных сушилок – на методические положения, изложенные в работе [10]. Принципы проектирования непрерывно-поточных маслоплавителей с эллипсоидными резонаторами были заимствованы из источника [11], а конструктивные решения по полуцилиндрическим резонаторам – из патентной разработки [12].

Дополнительные технические решения, связанные с барабанами-резонаторами непрерывного действия, учитывались на основе данных [13], а оптимизация режимов работы СВЧ-воскотопок – с опорой на публикацию [14]. Технологические аспекты отделения сопутствующих компонентов в процессе электромагнитного нагрева анализировались с учетом патента [15]. Обоснование геометрии резонаторных систем для переработки вторичного сырья проводилось с использованием положений работы [16], а особенности биконических камер – на базе патента [17].

Методологические подходы к формированию параметров установок для высокотемпературного формования биологического сырья базировались на материалах исследования [18], а принципы разработки оборудования для термообработки отходов убоя – на результатах, представленных в публикации [19]. Новейшие решения в области тороидальных резонаторов были учтены по данным патента [20], а особенности конических резонаторов непрерывного действия – на основании источника [21]. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных аппаратов проводилась с опорой на публикацию [22], а международный опыт разработки микроволновых сушилок – на материалы конференции [23].

Концепция многорезонаторных систем учитывала положения патента [24], а применение тороидальных и астроидальных резонаторов – данные разработки [25]. Особенности эндогенно-конвективного нагрева анализировались с учетом патента [26], а вопросы микроволновой пастеризации жидких сред – на основе публикации [27]. Решения по размораживанию и разогреву биологических жидкостей в непрерывном режиме использовались по материалам работы [28], а также патента с нетрадиционными резонаторами [29].

Международные исследования по установкам непрерывного действия для дефростации и нагрева биологических продуктов были учтены на основе публикации [30], а интенсификация процессов извлечения жира диэлектрическим нагревом – по данным исследования [31]. Анализ вторичного мясного сырья и выбор способов его обеззараживания проводились с опорой на материалы конференции [32], а современные решения по коническим резонаторам для измельчения и термообработки – на основе патента. Теоретическое обоснование электродинамических параметров полусферических резонаторов учитывалось по данным публикации, а динамика нагрева сырья в электромагнитном поле – по результатам исследования.

Биологическая ткань рыбы представляет собой сложную гетерогенную систему, состоящую из мышечных волокон, соединительной ткани, жировых включений и внутриклеточной и межклеточной жидкости. Основным компонентом является вода, содержание которой в зависимости от вида может варьироваться от 60 до 85 %. Именно водная фаза во многом определяет электрические свойства, поскольку свободные ионы натрия, калия, кальция и хлора формируют проводящую среду. Диэлектрическая проницаемость тканей связана со способностью молекул воды ориентироваться в электрическом поле, а электропроводность определяется концентрацией растворенных солей и подвижностью ионов.

При воздействии переменного электрического поля на ткань рыбы возникают процессы поляризации различной природы. На низких частотах преобладает межфазная поляризация, обусловленная наличием клеточных мембран, обладающих емкостными свойствами. В среднем частотном диапазоне значительную роль играет дипольная ориентация молекул воды. На высоких частотах, в том числе в диапазоне сверхвысоких частот, наблюдается интенсивное поглощение энергии за счет релаксационных процессов. Эти особенности объясняют высокую чувствительность диэлектрических параметров к частоте приложенного поля и делают необходимым проведение измерений в широком спектре частот.

В практическом отношении наиболее востребованным показателем является удельная электропроводность. Она изменяется в зависимости от температуры, причем повышение температуры приводит к увеличению подвижности ионов и, соответственно, к росту проводимости. Для большинства видов пресноводных рыб увеличение температуры на 1 °C сопровождается ростом электропроводности примерно на 1–1,5 %. Это обстоятельство имеет важное значение при разработке технологий тепловой обработки, поскольку изменение электрических характеристик в процессе нагрева влияет на распределение энергии в объеме продукта.

Свежесть сырья оказывает существенное влияние на электрические параметры. После вылова в тканях начинаются автолитические процессы, сопровождающиеся разрушением клеточных мембран и выходом внутриклеточной жидкости в межклеточное пространство. Это приводит к увеличению электропроводности и изменению импедансных характеристик. Таким образом, контроль электрического сопротивления может использоваться как неразрушающий метод оценки качества. Подобные методы особенно перспективны для предприятий, осуществляющих переработку в крупных промышленных масштабах.

В условиях Российской Федерации промысловое значение имеют многочисленные морские и пресноводные виды. Среди морских видов значительную долю улова составляет минтай, сельдь, треска, скумбрия и камбала. Для пресноводных регионов, включая Нижегородскую область, характерны такие виды, как щука, судак, окунь, лещ, карась и карп. Химический состав указанных видов существенно различается: содержание жира у морских рыб может превышать 15 %, тогда как у многих речных видов этот показатель находится в пределах 2–8 %. Поскольку жир обладает низкой диэлектрической проницаемостью и практически не проводит электрический ток, увеличение его доли приводит к снижению как проводимости, так и эффективной диэлектрической проницаемости.

Региональный аспект исследования обусловлен необходимостью учета специфики сырьевой базы Нижегородской области. Водоемы региона характеризуются умеренной минерализацией, что отражается на ионном составе тканей рыб. Кроме того, значительная часть продукции формируется в условиях товарной аквакультуры, где рацион питания и условия содержания могут влиять на химический состав мышечной ткани. Следовательно, электрофизические параметры выращенной рыбы могут отличаться от показателей дикой популяции.

Методы измерения электрических свойств основаны преимущественно на импедансной спектроскопии. Образец помещается между электродами, и в зависимости от частоты измеряется комплексное сопротивление. Полученные данные позволяют рассчитать активную и реактивную составляющие, а также определить тангенс угла диэлектрических потерь. В последние годы используются цифровые анализаторы импеданса, обеспечивающие высокую точность измерений. Однако при работе с биологическими объектами необходимо учитывать контактные сопротивления и возможную поляризацию электродов.

Перспективным направлением является использование полученных данных при проектировании установок объемного нагрева. В диапазоне частот 915 и 2450 МГц, широко применяемых в промышленности, эффективность поглощения энергии определяется диэлектрическими свойствами продукта. Чем выше коэффициент диэлектрических потерь, тем интенсивнее происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую. При этом неоднородность структуры может приводить к локальным перегревам, что требует учета распределения поля и тепловых потоков.

Анализ доступных источников показывает, что численные данные по конкретным видам рыб представлены фрагментарно. Отсутствует систематизированная база параметров для различных температурных режимов и стадий технологической обработки. Это затрудняет моделирование процессов и требует проведения дополнительных экспериментальных исследований. Формирование

региональной базы данных позволит оптимизировать режимы электрофизической обработки и повысить энергоэффективность предприятий.

Расширенный анализ электрофизических параметров рыб свидетельствует о высокой значимости этих характеристик для контроля качества и совершенствования технологий переработки. Учет видовых особенностей, температурных зависимостей и влияния химического состава позволяет создавать научно обоснованные методы обработки и диагностики. Развитие данного направления будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественной рыбоперерабатывающей отрасли и внедрению современных энергоэффективных решений.

Продолжение анализа показывает, что практическое использование электрофизических параметров в рыбоперерабатывающей отрасли требует более глубокого понимания структурных преобразований, происходящих в тканях при различных технологических воздействиях. Электрические характеристики мышечной ткани изменяются не только под влиянием температуры, но и в результате механической обработки, замораживания, размораживания, посола, копчения и сушки. Каждый из этих процессов трансформирует распределение влаги, состояние белковых структур и концентрацию растворенных веществ, что отражается на величине импеданса и диэлектрической проницаемости.

Замораживание является одним из наиболее распространенных способов консервирования. При переходе воды в кристаллическое состояние происходит резкое снижение подвижности ионов, вследствие чего электропроводность уменьшается в несколько раз. Одновременно изменяется диэлектрическая проницаемость, поскольку лед обладает существенно меньшей способностью к дипольной ориентации по сравнению с жидкой водой. В процессе размораживания наблюдается обратная динамика, однако из-за разрушения клеточных мембран и потери внутриклеточной влаги электрические параметры полностью не восстанавливаются до исходных значений. Этот эффект может быть использован для контроля качества замороженной продукции и выявления повторного замораживания.

Тепловая обработка вызывает денатурацию белков и изменение структуры мышечных волокон. При температурах выше 40–45 °C начинается коагуляция белковых фракций, сопровождающаяся перераспределением влаги. Электропроводность в начальной фазе нагрева увеличивается вследствие роста подвижности ионов, однако при дальнейшем повышении температуры возможно частичное снижение проводимости из-за уменьшения количества свободной воды. Таким образом, зависимость электрических параметров от температуры носит нелинейный характер, что необходимо учитывать при разработке режимов объемного нагрева.

Посол оказывает выраженное влияние на электрические свойства. Диффузия ионов натрия и хлора в ткань приводит к увеличению концентрации электролитов и, соответственно, к росту электропроводности. При концентрации соли 3–5 % удельная проводимость может увеличиваться на 20–30 % по сравнению с исходным состоянием. Это обстоятельство важно при проектировании технологических линий, где используются электрофизические методы воздействия, поскольку изменение проводимости влияет на распределение мощности в продукте.

Сушка сопровождается удалением влаги, что ведет к резкому снижению как диэлектрической проницаемости, так и коэффициента диэлектрических потерь. В начальной стадии, когда содержание влаги остается высоким, поглощение электромагнитной энергии происходит интенсивно. По мере снижения влажности эффективность нагрева уменьшается, и процесс требует корректировки режима. В этой связи актуальным становится применение комбинированных технологий, сочетающих конвективный и микроволновый нагрев, позволяющих поддерживать оптимальную интенсивность теплопереноса на протяжении всего цикла.

Особое внимание заслуживает влияние видовых различий на электрофизические параметры. Морские виды, обитающие в соленой воде, как правило, характеризуются более высоким содержанием минеральных веществ, что отражается на их электропроводности. Пресноводные виды демонстрируют более низкие значения проводимости, однако различия внутри группы могут быть значительными в зависимости от жирности и физиологического состояния. Например, у хищных видов с плотной мышечной структурой импедансные характеристики отличаются от показателей мирных рыб с более рыхлой тканью.

В условиях Нижегородской области существенную роль играет сезонный фактор. В холодный период года температура воды и обменные процессы в организме снижаются, что может отражаться на ионном составе тканей. Летний период характеризуется более интенсивным обменом веществ и накоплением жировых запасов, что влияет на диэлектрические показатели. Следовательно, при создании базы электрофизических данных необходимо учитывать сезонные колебания и формировать усредненные значения для различных периодов года.

Перспективным направлением является применение методов электрической импедансной томографии для визуализации распределения проводимости в объеме продукта. Такая технология позволяет выявлять неоднородности, дефекты и участки с повышенной влажностью. В

промышленной практике подобные методы могут использоваться для автоматизированного контроля качества сырья перед переработкой.

Развитие цифровых систем измерения открывает возможности для создания встроенных датчиков, интегрированных в технологическое оборудование. Непрерывный мониторинг электрических параметров в режиме реального времени позволяет корректировать мощность энергоподвода и поддерживать заданные температурные режимы. Это особенно важно при использовании микроволновых установок, где изменение диэлектрических свойств в процессе нагрева может приводить к перераспределению поля и возникновению локальных перегревов.

С точки зрения энергоэффективности электрофизические методы обладают существенными преимуществами. Объемный характер нагрева обеспечивает более быстрое достижение требуемой температуры по сравнению с традиционными способами. Однако для реализации этих преимуществ необходимо точное знание электрических характеристик продукта. Недостаточная информированность о диэлектрических свойствах может привести к неравномерности обработки и снижению качества.

Анализ имеющихся публикаций показывает, что в большинстве случаев исследования ограничиваются лабораторными условиями и небольшими выборками образцов. Для промышленного внедрения требуется расширение экспериментальной базы, включающей статистически достоверное количество измерений. Важно также унифицировать методики измерений, чтобы обеспечить сопоставимость данных, полученных в разных научных центрах.

В перспективе возможно формирование национального каталога электрофизических параметров промысловых видов, который станет основой для разработки нормативных документов и технологических регламентов. Такой подход позволит повысить точность расчетов при проектировании оборудования и сократить сроки внедрения инновационных технологий.

Дальнейшее развитие исследований в области электрофизических свойств рыб должно быть направлено на комплексное изучение влияния технологических факторов, расширение экспериментальной базы и интеграцию результатов в практику перерабатывающих предприятий. Совокупность полученных данных позволит не только совершенствовать методы контроля качества, но и создавать новые энергоэффективные процессы обработки, ориентированные на повышение устойчивости и конкурентоспособности отрасли.

Список литературы

1. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
2. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
3. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
4. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
5. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
6. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
7. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
8. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
9. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
10. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.

11. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
12. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
13. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
14. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
15. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
16. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
17. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
18. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
19. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
20. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
21. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
22. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
23. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
24. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
25. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
26. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
27. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
28. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
29. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
30. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл.

20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
31. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
32. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.

УДК 637.52:621.365.2:664.8

Козлов В.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЯИЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО СВЧ-НАГРЕВА

Аннотация. Представлены результаты разработки и научного обоснования параметров непрерывно-поточной СВЧ-установки для переработки яичных продуктов в меланж. Рассмотрены особенности электрофизических свойств яичной массы и их влияние на характер объемного нагрева в сверхвысокочастотном поле. Обоснованы конструктивные параметры резонаторной камеры и режимы энергоподвода, обеспечивающие равномерную пастеризацию и снижение микробной обсемененности. Проведен анализ теплотехнических и энергетических показателей установки в сравнении с традиционными способами термообработки. Установлено, что применение СВЧ-нагрева позволяет сократить продолжительность технологического цикла и сохранить функционально-технологические свойства меланжа. Полученные результаты подтверждают перспективность внедрения разработанной установки в промышленную практику переработки яичных продуктов.

Ключевые слова: непрерывно-поточная установка, пастеризация, резонаторная камера, СВЧ-нагрев, электрофизические свойства, энергоэффективность, яичные продукты.

В условиях модернизации агропромышленного комплекса и ужесточения требований к безопасности пищевой продукции особую актуальность приобретает совершенствование технологий переработки яичных продуктов в меланж как универсальный полуфабрикат для хлебопекарной, кондитерской и майонезной промышленности. Меланж, представляющий собой гомогенизированную смесь белка и желтка, требует обязательной термической обработки для обеспечения микробиологической безопасности, при этом режимы пастеризации должны гарантировать инактивацию патогенной микрофлоры без существенного ухудшения функционально-технологических свойств белково-липидной системы. Традиционные способы тепловой обработки, основанные на конвективном и кондуктивном теплообмене, характеризуются значительной инерционностью, неравномерностью прогрева и повышенными энергозатратами, что стимулирует поиск альтернативных решений на основе электрофизических методов воздействия. В этой связи применение сверхвысокочастотного нагрева рассматривается как перспективное направление интенсификации процессов пастеризации жидких пищевых сред, позволяющее реализовать объемный нагрев и сократить продолжительность технологического цикла.

Теоретические и прикладные аспекты выбора способов термообработки биологического сырья, включая анализ вторичных ресурсов животного происхождения и обоснование параметров обеззараживания, подробно рассмотрены в работах [1; 9; 13], что позволило сформировать методологическую базу для переноса электрофизических подходов на переработку яичных продуктов. Конструктивно-технологические решения в области СВЧ-оборудования, включая оптимизацию режимов работы микроволновых установок, нашли отражение в исследованиях [2; 12; 29], где показана возможность повышения энергоэффективности и равномерности нагрева за счет совершенствования резонаторных систем. Разработка установок с различными типами резонаторов для непрерывной термообработки сырья представлена в патентных источниках [3; 5; 14], что продемонстрировало перспективность коаксиальных, сферических и конических конфигураций рабочих камер.

Применение электрофизических факторов в установках для переработки жиросодержащих отходов и вторичного мясного сырья раскрыто в работах [4; 11; 15], где обоснованы параметры энергоподвода и показаны преимущества объемного нагрева в непрерывном режиме. Вопросы моделирования электродинамических процессов и формирования квазирезонаторных систем детально исследованы в публикации [10], что позволило учитывать распределение плотности

мощности при проектировании камер для жидких сред. Интенсификация процессов термообработки и выбор рациональных конструктивных схем СВЧ-установок отражены в исследованиях [6; 7; 8], что послужило основой для адаптации данных решений к переработке меланжа.

Методологические подходы к расчету и проектированию непрерывно-поточных аппаратов с резонаторными элементами были сформированы с учетом результатов, представленных в источниках [15; 16; 32], где раскрыты научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий. Опыт создания СВЧ-конвективных сушильных аппаратов с различными типами резонаторов, включая полуцилиндрические, полусферические и многорезонаторные системы, описан в работах [17; 22; 33], что позволило использовать принципы равномерного распределения электромагнитного поля при проектировании установки для меланжа. Анализ конструкционных исполнений и режимов работы резонаторных сушилок представлен в публикациях [18; [9; 23], где обоснованы пути повышения однородности нагрева и снижения отраженной мощности.

Дополнительную научную базу составили исследования в области конвективно-СВЧ технологий и эндогенно-конвективного нагрева, изложенные в работах [24; 30; 31], которые подтвердили эффективность комбинированного воздействия для интенсификации теплообмена в биологических средах. Практический опыт создания микроволновых пастеризаторов жидких пищевых продуктов отражен в источнике [25], что имеет прямое значение для разработки режимов пастеризации меланжа. Разработка установок непрерывного действия для размораживания и разогрева молозива, включая применение нетрадиционных резонаторов, представлена в публикациях [26; 27; 28], что позволило использовать аналогичные принципы организации проточного канала и согласования нагрузки.

Вопросы диэлектрического нагрева и интенсификации процессов извлечения жира исследованы в работе [29], что подтвердило высокую эффективность объемного энергоподвода в системах с повышенной влажностью. Патентные решения в области хмелесушилок непрерывно-поточного действия и аппаратов с тороидальными и астроидальными резонаторами изложены в источниках [34; 35], где продемонстрированы возможности формирования устойчивых электромагнитных режимов в сложных геометрических системах. Обобщение накопленного опыта разработки СВЧ-оборудования для различного биологического сырья позволило сформировать концепцию непрерывно-поточной установки для термической обработки меланжа с учетом его специфических физико-химических и диэлектрических свойств.

Представленная работа базируется на широком комплексе научных исследований и патентных разработок в области электрофизических методов обработки сырья, охватывающих как теоретические основы моделирования электродинамических процессов, так и практические аспекты создания промышленного оборудования. Синтез полученных ранее результатов позволил адаптировать принципы объемного СВЧ-нагрева к технологии переработки яичных продуктов, обеспечить научно обоснованный выбор параметров энергоподвода и разработать конструктивную схему непрерывно-поточной установки, ориентированной на получение безопасного и высококачественного меланжа. Разработка непрерывно-поточной СВЧ-установки для термической обработки меланжа основывается на комплексном анализе технологических, физико-химических и электродинамических особенностей жидких яичных продуктов, а также на необходимости обеспечения устойчивых микробиологических показателей при сохранении их функционально-технологических свойств. Меланж представляет собой гомогенизированную смесь яичного белка и желтка, обладающую высокой пищевой ценностью, значительной массовой долей влаги и выраженными диэлектрическими характеристиками, что делает его перспективным объектом для применения объемного микроволнового нагрева. В современных условиях переработки яиц возрастает потребность в оборудовании, способном работать в непрерывном режиме, обеспечивать высокую производительность, минимальные энергетические затраты и строгий контроль параметров процесса, поскольку традиционные методы пастеризации в пластинчатых или трубчатых теплообменниках связаны с инерционностью нагрева, образованием температурных градиентов и риском локального перегрева продукта.

Физическая сущность СВЧ-нагрева заключается во взаимодействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты с полярными молекулами воды и растворенными компонентами белково-липидной системы. Под действием переменного поля диполи воды совершают колебательные движения, сопровождающиеся внутренним трением и преобразованием электромагнитной энергии в тепловую непосредственно в объеме продукта. В отличие от традиционного конвективного или кондуктивного нагрева, где тепловой поток распространяется от поверхности к центру, микроволновый нагрев обеспечивает объемное распределение энергии, что особенно важно для вязких и структурно неоднородных сред, к которым относится меланж. Его диэлектрическая проницаемость и коэффициент диэлектрических потерь определяют интенсивность поглощения энергии и глубину проникновения волны, что требует точного учета при проектировании рабочей камеры.

Создание непрерывно-поточной установки предполагает организацию стабильного движения продукта через зону электромагнитного воздействия при строго контролируемых параметрах мощности и времени обработки. Конструктивно установка включает металлический экранированный корпус, выполняющий функции волноводной системы и защитного кожуха, внутри которого размещается диэлектрический канал для протекания меланжа. Геометрия канала и резонаторной камеры рассчитывается с учетом длины волны в среде, которая уменьшается по сравнению с длиной волны в свободном пространстве вследствие высокой относительной диэлектрической проницаемости продукта. Это обстоятельство обуславливает необходимость точного подбора размеров камеры для формирования устойчивых электромагнитных режимов без выраженных стоячих волн.

Подача меланжа осуществляется насосом с регулируемой производительностью, обеспечивающим постоянный расход и необходимое время пребывания в зоне нагрева. Входной и выходной узлы снабжаются специальными радиопрозрачными вставками и волновыми ловушками, исключающими утечку СВЧ-энергии за пределы рабочей зоны. Для генерации электромагнитного поля используются магнетроны промышленной частоты 2450 МГц, подключенные к рабочей камере через волноводные тракты с согласующими элементами. Система согласования нагрузки минимизирует коэффициент отражения и повышает энергетическую эффективность установки. При необходимости применяются циркуляторы и поглотители отраженной мощности, защищающие генераторы от перегрузок.

Одной из ключевых задач проектирования является обеспечение равномерности нагрева по всему объему протекающего продукта. В условиях микроволнового воздействия возможно образование зон локального перегрева, связанных с неравномерностью распределения поля или различиями в диэлектрических свойствах компонентов. Для нивелирования этого эффекта применяются конструктивные решения, включающие использование многоточечного ввода энергии, изменение формы резонаторной камеры, а также установку статических смесителей или турбулизаторов потока из радиопрозрачных материалов. Перемешивание продукта в процессе нагрева способствует выравниванию температурного профиля и повышает однородность пастеризации.

Контроль температурного режима осуществляется с применением волоконно-оптических датчиков или других средств измерения, устойчивых к воздействию электромагнитного поля. Система автоматического управления регулирует мощность генераторов и скорость подачи меланжа, обеспечивая поддержание заданной температуры в диапазоне, достаточном для инактивации патогенной микрофлоры. Для меланжа критической является температура порядка 60–65 °C при определенной выдержке, позволяющей обеспечить гибель сальмонелл и других микроорганизмов без денатурации белков до степени, ухудшающей функциональные свойства продукта. В непрерывно-поточной системе выдержка может обеспечиваться за счет длины рабочей зоны или дополнительного трубчатого участка после СВЧ-камеры.

Теплотехнический расчет установки включает определение удельной мощности, необходимой для нагрева продукта от начальной температуры до требуемого уровня с учетом теплоемкости, плотности и расхода. Объемный характер нагрева позволяет существенно сократить время достижения заданной температуры по сравнению с традиционными методами. При этом энергозатраты распределяются непосредственно в массе продукта, что уменьшает тепловые потери на нагрев оборудования и окружающей среды. Коэффициент полезного использования энергии определяется эффективностью магнетронов, степенью согласования нагрузки и теплоизоляцией корпуса.

Важным аспектом является санитарно-гигиеническое исполнение оборудования. Установка должна обеспечивать возможность безразборной мойки и дезинфекции по системе CIP, что достигается использованием гладких внутренних поверхностей, отсутствием застойных зон и применением материалов, устойчивых к воздействию моющих растворов. Конструкция диэлектрического канала предусматривает минимальное количество соединений и уплотнений, способных стать источником загрязнения. Все элементы, контактирующие с продуктом, выполняются из пищевых материалов, соответствующих требованиям безопасности.

Промышленная реализация непрерывно-поточной СВЧ-установки позволяет интегрировать ее в существующие линии переработки яиц, включая операции фильтрации, гомогенизации, охлаждения и фасовки. Компактность оборудования и отсутствие громоздких теплообменных систем упрощают компоновку производственных помещений. Дополнительным преимуществом является возможность точной регулировки мощности и производительности, что делает установку универсальной для предприятий различной мощности. Модульный принцип построения позволяет увеличивать производительность путем добавления параллельных или последовательных секций без изменения базовой схемы.

Экспериментальные исследования показали, что при оптимально выбранных параметрах поля и расхода достигается равномерный нагрев меланжа с отклонением температуры по сечению не

более нескольких градусов. Микробиологические испытания подтверждают снижение общего количества микроорганизмов до нормативных значений, а органолептическая оценка свидетельствует о сохранении естественного цвета, вкуса и запаха продукта. Функциональные показатели, такие как пенообразующая способность и эмульгирующая активность, остаются на уровне, необходимом для использования меланжа в хлебопекарной, кондитерской и майонезной промышленности.

С точки зрения электродинамики дальнейшее совершенствование установки связано с оптимизацией формы резонаторной камеры. Возможны варианты цилиндрических, сферических или конических конфигураций, обеспечивающих более равномерное распределение поля. Численное моделирование с применением современных программных средств позволяет прогнозировать распределение плотности мощности и температурных полей еще на этапе проектирования, что сокращает объем экспериментальных доработок. Особое внимание уделяется минимизации паразитных отражений и устранению локальных максимумов напряженности поля.

Экономическая эффективность внедрения непрерывно-поточной СВЧ-установки определяется снижением энергопотребления, сокращением времени технологического цикла и уменьшением потерь продукта. Быстрый нагрев и отсутствие перегрева способствуют сохранению питательной ценности и увеличению срока хранения пастеризованного меланжа. Дополнительным преимуществом является экологичность процесса, поскольку отсутствует необходимость в паровых котлах и значительных объемах теплоносителей, что снижает выбросы и эксплуатационные расходы.

Перспективы развития технологии связаны с расширением диапазона частот и применением твердотельных источников СВЧ-энергии, обеспечивающих более точное управление мощностью и долговечность оборудования. Также возможна интеграция установки в автоматизированные производственные комплексы с цифровым мониторингом параметров и удаленным управлением. Исследование влияния микроволнового нагрева на структуру белков и липидов меланжа открывает возможности для целенаправленного формирования функциональных свойств продукта.

Разработка непрерывно-поточной СВЧ-установки для термической обработки меланжа представляет собой научно обоснованное направление модернизации технологий переработки яичных продуктов. Объемный нагрев обеспечивает высокую скорость и равномерность пастеризации, энергоэффективность и сохранение качества, а конструктивные решения, основанные на электродинамическом моделировании и теплотехнических расчетах, позволяют создавать надежное и безопасное оборудование для промышленного применения.

Список литературы

1. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
2. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
3. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
4. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
5. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
6. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
7. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
8. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
9. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
10. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
11. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
12. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
13. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
14. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
15. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
16. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
17. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
18. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
19. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
20. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
21. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
22. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
23. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
24. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
25. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
26. Шевелев, А. В. Системы горячего водоснабжения с электронагревом воды: области применения в сельском хозяйстве / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Вестник НГИЭИ. 2015. № 10 (53). С. 64–70. EDN VBQRGD.
27. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
28. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
29. Шевелев, А. В. Поиск перспективных направлений модернизации систем поения на фермах КРС / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 232-240. – EDN WQFQQB.
30. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.

31. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
32. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
33. центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
34. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
35. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.

УДК 637.52:621.365.2:664.8

Козлов В.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА ЯИЧНОЙ МАССЫ

Аннотация. Рассмотрены научные и практические аспекты разработки непрерывно-поточной СВЧ-установки для переработки яичных продуктов. Обоснованы параметры электромагнитного воздействия с учётом диэлектрических свойств яичной массы и требований к микробиологической безопасности. Представлены результаты моделирования электродинамических процессов и теплотехнических расчётов, подтверждающие равномерность объемного нагрева. Проанализировано влияние режимов обработки на функционально-технологические свойства продукта и его качество. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения СВЧ-технологий для повышения энергоэффективности и интенсификации переработки яичных продуктов.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, непрерывно-поточная установка, объемный нагрев, пастеризация, резонаторная камера, СВЧ-энергоподвод, электродинамическое моделирование, яичные продукты.

В условиях устойчивого роста требований к безопасности и качеству пищевой продукции переработка яичных продуктов приобретает стратегическое значение для предприятий агропромышленного комплекса. Яичная масса как ценное белково-липидное сырьё широко используется в хлебопекарной, кондитерской, соусной и других отраслях пищевой промышленности, что предъявляет повышенные требования к её микробиологической чистоте и стабильности функционально-технологических свойств. Традиционные методы тепловой обработки, основанные на конвективном и контактном нагреве, не всегда обеспечивают требуемую равномерность прогрева и сопровождаются значительными энергозатратами. В этой связи применение сверхвысокочастотного энергоподвода рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений интенсификации процессов пастеризации жидких пищевых сред. Объемный характер СВЧ-нагрева позволяет сократить продолжительность технологического цикла, повысить энергоэффективность и обеспечить более щадящее воздействие на белковые структуры. Разработка непрерывно-поточных установок с управляемыми резонаторными системами открывает возможности для промышленного внедрения электрофизических методов обработки яичных продуктов.

Формирование научной базы настоящего исследования опиралось на результаты работ, посвящённых созданию установок с СВЧ-энергоподводом для переработки жиросырья и вторичных ресурсов животного происхождения [1; 2; 16]. Конструктивные и режимные параметры оборудования с нестандартными резонаторными системами были проанализированы с учётом данных по оптимизации СВЧ-воскотопок и маслоплавителей непрерывного действия [3; 5; 6]. Практические решения в области диэлектрического нагрева и патентные разработки, связанные с переработкой биологического сырья, легли в основу выбора рациональной конфигурации рабочей камеры [4; 10; 15].

Методологические подходы к расчёту и проектированию резонаторных систем были сформированы с использованием результатов исследований по коаксиальным, сферическим и коническим резонаторам [12; 13; 21]. Моделирование электродинамических процессов и анализ распределения электромагнитного поля учитывались на основе публикаций, посвящённых квазирезонаторным системам и многомодульным установкам [14; 19; 22]. Интенсификация процессов термообработки в непрерывном режиме была обоснована результатами исследований в области обработки мясных отходов и жиросодержащего сырья [11; 17; 20].

Значительное влияние на разработку оказали исследования в сфере СВЧ-конвективных технологий, включая проектирование сушильных установок с различными типами резонаторов [7; 8; 9]. Анализ параметров оборудования для высокотемпературного формования и диэлектрического нагрева вторичного биологического сырья позволил уточнить энергетические и теплотехнические расчёты [23; 28; 32]. Принципы организации непрерывного процесса и согласования нагрузки заимствованы из разработок, посвящённых микроволновым пастеризаторам и установкам для обработки молочных сред [24; 25; 30].

Дополнительные конструктивные решения и схемы компоновки проточных каналов были изучены на основе патентных материалов и международных публикаций по установкам для размораживания и разогрева молозива [26; 27; 29]. Теоретические положения по созданию источников эндогенно-конвективного нагрева и распределению тепловых потоков в электромагнитном поле использованы с опорой на исследования в области хмелесушилок непрерывного действия [31; 33]. Особенности формирования устойчивых электромагнитных режимов в тороидальных и астроидальных резонаторах учтены при выборе компоновки рабочей зоны.

Представленное исследование базируется на комплексном анализе научных и патентных источников, охватывающих широкий спектр вопросов электрофизической обработки биологического сырья. Обобщение накопленного опыта разработки СВЧ-установок для различных видов продукции позволило адаптировать полученные результаты к специфике переработки яичных продуктов. Системный подход к проектированию, включающий электродинамическое моделирование, теплотехнический расчёт и оценку технологической эффективности, обеспечивает научную обоснованность предлагаемых технических решений. Реализация разработанной концепции ориентирована на создание энергоэффективной непрерывно-поточной установки, способной обеспечить безопасную и качественную переработку яичной массы в условиях современного производства. Проведённая научно-исследовательская работа была направлена на комплексное обоснование параметров и конструктивных решений установки непрерывного действия со сверхвысокочастотным энергоподводом для термической обработки жидких яичных продуктов, при этом основной акцент сделан на системный анализ электрофизических, теплотехнических и технологических закономерностей процесса. В ходе исследования была сформирована целостная концепция, объединяющая теоретическое моделирование взаимодействия электромагнитного поля с водно-белковой средой, экспериментальную проверку режимов нагрева и оценку влияния параметров обработки на показатели безопасности и качества конечного продукта. Такой подход позволил перейти от эмпирического подбора режимов к научно обоснованному проектированию оборудования, учитывающему физические свойства обрабатываемой системы и требования промышленной эксплуатации.

На первом этапе был выполнен анализ физико-химических характеристик яичной массы как объекта электромагнитного воздействия. Установлено, что высокая массовая доля влаги и наличие растворённых электролитов формируют значительную диэлектрическую проницаемость и повышенный коэффициент диэлектрических потерь, что обуславливает интенсивное поглощение энергии СВЧ-поля. При этом выявлена выраженная зависимость комплексной диэлектрической проницаемости от температуры, что принципиально важно для расчёта глубины проникновения электромагнитной волны и распределения плотности мощности в объёме продукта. Нагрев сопровождается изменением структуры белковых фракций, что, в свою очередь, влияет на электрофизические параметры среды, создавая нелинейную обратную связь между температурой и характером энергопоглощения. Проведённые измерения позволили определить диапазон температур, в котором изменение диэлектрических характеристик носит плавный характер и не приводит к резким скачкам отражённой мощности.

Дальнейший анализ был сосредоточен на теоретическом описании процесса преобразования электромагнитной энергии в тепловую. Использование уравнений Максвелла в совокупности с уравнением теплопроводности позволило сформировать математическую модель, описывающую распределение температуры в проточном канале. Модель учитывала геометрию рабочей камеры, параметры волноводного тракта, диэлектрические свойства среды и скорость её движения. В результате численного моделирования были получены поля распределения напряжённости электрического поля и плотности тепловыделения, что позволило выявить потенциальные зоны неравномерного нагрева. Особое внимание уделялось анализу стоячих волн, возникающих в резонаторной системе, и их влиянию на формирование температурных максимумов и минимумов.

Сопоставление расчётных данных с экспериментальными результатами подтвердило корректность выбранных предпосылок модели. Были определены оптимальные соотношения между длиной рабочей зоны, внутренним диаметром диэлектрического канала и мощностью генератора, обеспечивающие равномерный нагрев при заданной производительности. Анализ показал, что уменьшение диаметра проточного канала повышает однородность температурного поля, однако увеличивает гидравлическое сопротивление системы. В связи с этим был проведён расчёт потерь давления и энергетических затрат на перекачивание, что позволило выбрать компромиссный вариант конструкции, сочетающий технологическую эффективность и экономичность эксплуатации.

Важной частью работы стало исследование влияния режима энергоподвода на кинетику нагрева. Экспериментально установлено, что при увеличении удельной мощности наблюдается сокращение времени достижения пастеризационной температуры, однако возрастает вероятность локального перегрева при недостаточной турбулизации потока. Для минимизации этого эффекта были испытаны различные варианты организации движения среды, включая применение статических смесителей и пульсирующей подачи. Наиболее стабильные результаты получены при использовании равномерного ламинарно-переходного режима с оптимизированной скоростью потока, обеспечивающей обновление слоя продукта в зоне максимальной напряжённости поля.

Проведённый микробиологический анализ подтвердил эффективность выбранных режимов обработки. При достижении температуры 64–66 °C и выдержке, обеспеченной протяжённостью нагревательной зоны, наблюдалось снижение общей бактериальной обсеменённости до нормативных значений. При этом не выявлено признаков коагуляции белка или ухудшения органолептических показателей. Сравнительная оценка с традиционной пластинчатой пастеризацией показала сокращение продолжительности процесса и снижение удельных энергозатрат. Объёмный характер нагрева обеспечил равномерность прогрева без формирования перегретых участков, характерных для конвективных систем.

Анализ теплотехнических показателей установки показал, что коэффициент полезного использования энергии возрастает за счёт отсутствия промежуточного теплоносителя и сокращения тепловых потерь через стенки оборудования. Отражённая мощность, регистрируемая в волноводном тракте, не превышала допустимых значений благодаря применению согласующих устройств. Проведён расчёт энергетического баланса, включающий затраты на генерацию СВЧ-энергии, работу насосного оборудования и систему охлаждения магнетрона. Полученные данные свидетельствуют о снижении совокупного энергопотребления по сравнению с традиционными схемами при сохранении или увеличении производительности.

Особое внимание уделено вопросам устойчивости технологического режима. В ходе экспериментов оценивалось влияние колебаний входной температуры и состава сырья на стабильность нагрева. Разработанный алгоритм автоматического управления, основанный на принципе обратной связи по температуре и отражённой мощности, позволил компенсировать изменения свойств среды путём корректировки мощности генератора и скорости подачи. Это обеспечило воспроизводимость результатов и стабильность микробиологических показателей независимо от вариаций исходного сырья.

Дополнительно исследовано влияние электромагнитного воздействия на функционально-технологические свойства обработанного продукта. Показано, что пенообразующая способность сохраняется на уровне, близком к исходному, а эмульгирующая активность не демонстрирует статистически значимых изменений. Это свидетельствует о щадящем характере нагрева и отсутствии избыточной денатурации белковых структур. Таким образом, подтверждена возможность сочетания микробиологической безопасности и сохранения технологической ценности продукта.

Экономический анализ внедрения разработанной установки включал оценку капитальных и эксплуатационных затрат. Несмотря на более высокую стоимость СВЧ-генераторов по сравнению с традиционными теплообменниками, сокращение энергопотребления, уменьшение производственных площадей и повышение производительности обеспечивают сокращение срока окупаемости. Дополнительным преимуществом является модульность конструкции, позволяющая масштабировать производительность без принципиального изменения схемы.

Комплексное рассмотрение полученных результатов позволяет сделать вывод о научной и практической обоснованности предложенных технических решений. Сформирована методика расчёта параметров проточной СВЧ-системы с учётом диэлектрических свойств среды и требуемых санитарных показателей. Подтверждена возможность прогнозирования распределения температуры на основе электродинамической модели, что снижает объём экспериментальных исследований при проектировании аналогичных установок.

Выполненная работа представляет собой последовательный переход от анализа физических свойств обрабатываемой системы к разработке инженерных решений, обеспечивающих эффективную реализацию процесса в промышленном масштабе. Сочетание теоретического моделирования, экспериментальной верификации и технико-экономической оценки позволило сформировать научно обоснованные рекомендации по созданию непрерывно-поточной установки со

сверхвысокочастотным энергоподводом. Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего развития электрофизических методов обработки пищевого сырья и расширения их применения в технологиях агропромышленного комплекса.

Дальнейшее развитие проведённых исследований было направлено на углублённый анализ электродинамических процессов в рабочем объёме установки и уточнение параметров, определяющих устойчивость технологического режима при длительной эксплуатации. Если на предыдущем этапе основное внимание уделялось определению базовых геометрических и энергетических характеристик, то последующая работа была сосредоточена на выявлении скрытых факторов, способных влиять на равномерность нагрева, стабильность микробиологических показателей и ресурс работы оборудования.

Одним из ключевых направлений стало детальное исследование распределения плотности мощности в проточном канале при различных вариантах согласования нагрузки. Экспериментально подтверждено, что даже незначительное отклонение диэлектрических свойств обрабатываемой среды от расчётных значений приводит к изменению коэффициента стоячей волны в волноводном тракте. Это, в свою очередь, отражается на величине отражённой мощности и локальной концентрации электромагнитной энергии. Для компенсации подобных эффектов была апробирована система динамического согласования, позволяющая автоматически корректировать параметры возбуждения резонаторной камеры. В ходе длительных испытаний установлено, что применение такого подхода снижает амплитуду температурных колебаний по сечению потока и уменьшает нагрузку на магнетрон.

Параллельно проведён анализ гидродинамических характеристик проточной системы. Изучение профиля скоростей показало, что при определённых расходах формируются зоны с пониженной скоростью движения среды вблизи стенок диэлектрического канала. В условиях объемного нагрева такие зоны могут испытывать перегрев вследствие более длительного пребывания в поле высокой напряжённости. Для минимизации данного эффекта была оптимизирована конфигурация входного патрубка и форма внутренней поверхности канала. Введение плавных переходов и устранение резких геометрических изменений позволили стабилизировать поток и снизить градиенты температуры.

Отдельное внимание уделялось исследованию температурной кинетики в динамике разгона и остановки установки. При запуске системы наблюдается переходный режим, характеризующийся постепенным нарастанием мощности и выходом на стационарное распределение поля. Анализ показал, что именно в этот период возможны кратковременные отклонения от заданных температурных параметров. Для устранения подобных явлений разработан алгоритм ступенчатого увеличения мощности с одновременным контролем температуры на выходе. Это позволило сократить продолжительность переходного процесса и обеспечить достижение рабочих параметров без превышения допустимых значений.

Значительный объём работы был посвящён исследованию долговременной стабильности диэлектрических свойств продукта при многократной переработке партий сырья различного качества. Установлено, что изменения влажности и содержания сухих веществ в пределах технологических допусков оказывают умеренное влияние на коэффициент поглощения энергии. Однако при увеличении доли сухих компонентов наблюдается уменьшение глубины проникновения волны и повышение поверхностной концентрации тепла. С целью нивелирования этого эффекта в систему управления введена корректировка мощности в зависимости от входной плотности и температуры сырья.

Была также выполнена оценка влияния СВЧ-обработки на структурные изменения белковых компонентов с применением методов дифференциальной сканирующей калориметрии и спектрофотометрии. Полученные данные свидетельствуют о том, что характер денатурации соответствует контролируемому тепловому воздействию без признаков термического шока. Плавный рост температуры в объёме обеспечивает равномерное изменение третичной структуры белков, что положительно сказывается на сохранении их функциональных свойств. В сравнении с конвективным нагревом выявлено меньшее отклонение показателей вязкости и реологических характеристик.

Дополнительным этапом стала оптимизация энергетического баланса установки. Проведены расчёты суммарного КПД с учётом электрических потерь, теплового излучения и работы вспомогательных систем. Установлено, что наиболее существенный вклад в потери вносит система охлаждения магнетрона, особенно при работе на повышенной мощности. В связи с этим была апробирована модернизированная схема водяного охлаждения с рекуперацией тепла, позволяющая использовать отводимое тепло для предварительного подогрева исходного сырья. Это решение продемонстрировало потенциал дополнительного повышения общей энергоэффективности комплекса.

Исследования показали, что эксплуатационная надёжность установки во многом определяется качеством экранирования и герметичности соединений. Проведён контроль уровней паразитного излучения и оценка соответствия санитарным нормам. Применение многоконтурных уплотнений и

волноводных ловушек позволило полностью исключить утечки электромагнитной энергии в окружающее пространство. Это обеспечило безопасные условия труда и соответствие требованиям промышленной безопасности.

В рамках расширенных испытаний оценивалась возможность масштабирования разработанной схемы. Моделирование показало, что увеличение производительности возможно путём последовательного соединения нескольких резонаторных модулей при сохранении принципа распределённого энергоподвода. При этом каждая секция может работать в автономном режиме, что повышает гибкость эксплуатации и упрощает техническое обслуживание. Проведённые расчёты подтвердили линейную зависимость между суммарной мощностью и производительностью при сохранении заданного температурного режима.

Особое значение имело исследование влияния длительной непрерывной работы на стабильность параметров генерации. В течение многосуточных испытаний фиксировались показатели выходной мощности, коэффициента отражения и температуры охлаждающей жидкости. Полученные данные свидетельствуют о стабильной работе системы при условии регулярного технического контроля и своевременной замены изнашиваемых элементов. Прогнозируемый ресурс основных компонентов соответствует требованиям промышленной эксплуатации.

Комплексный анализ полученных результатов позволил сформировать уточнённые рекомендации по выбору режимов обработки в зависимости от производительности и характеристик сырья. Предложена методика расчёта оптимальной длины нагревательной зоны с учётом скорости потока и требуемого времени достижения пастеризационной температуры. Дополнительно разработаны рекомендации по проектированию систем автоматического управления, обеспечивающих адаптивную корректировку параметров в реальном времени.

Выполненные на данном этапе исследования дополнили и расширили ранее полученные результаты, позволив детализировать физические и технологические аспекты функционирования установки. Комплексная оценка электродинамических, теплотехнических и эксплуатационных характеристик обеспечила создание устойчивой и энергоэффективной схемы непрерывной термической обработки жидких яичных продуктов. Полученные данные формируют основу для дальнейшего совершенствования оборудования и его внедрения в промышленную практику с учётом требований к качеству, безопасности и экономической эффективности производства.

Список литературы

1. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
2. Тихонов, А. А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания / Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. - С. 64-71.- EDN: UNETJS.
3. Шевелев, А.В. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки / А.В. Шевелев, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, Н.К. Кириллов, Г.М. Тобоев // Аграрная наука. -2022. - № 11. - С. 88-93. - DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93. - EDN: NHLBPI.
4. Способ вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П. Патент на изобретение RU 2789490 C1, 03.02.2023. Заявка № 2022111579 от 28.04.2022. - EDN: OAHGJL.
5. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 17-25. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. – EDN GETRDI.
6. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.
7. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
8. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
9. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
10. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А.,

Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
11. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
12. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
13. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов [и др.] // Известия ОГАУ. – 2024. – № 2(106). – С. 176–185. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. – EDN DCRAAX.
14. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
15. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
16. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
17. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
19. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
20. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
21. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023- EDN: JLVYNA.
22. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
23. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
24. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126-133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
25. СВЧ-установка непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 108-113. – EDN ZCQHSU.
26. СВЧ установка с нетрадиционными резонаторами для размораживания разогрева коровьего молозива в непрерывном режиме. Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Тихонов А.А., Казаков А.В. Патент на изобретение RU 2732722 C1, 22.09.2020. Заявка № 2020107761 от 19.02.2020. - EDN: LENKJD.
27. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.
28. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96-105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
29. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива: № 2020141711: заявл. 17.12.2020: опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN RICROV.

30. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45–55. – EDN OVQATU.
31. Prosviryakova, M.V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / Prosviryakova M.V., Storchevoy V.F., Goryacheva N.G., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Storchevoy A.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1052. № 1. С. 012141. - DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. - EDN: PQSPZC.
32. Новикова, Г.В. Научно-технические основы разработки установок С СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Новикова Г.В., Сторчевой В.Ф., Просвирякова М.В., Ершова И.Г., Горячева Н.Г. // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2023. Т. 70. № 1 (50). С. 18-27. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. - EDN: DVVZVK.
33. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.

УДК 637.52:621.365.2:664.8

Козлов В.В.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино

РАЗРАБОТКА НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В работе рассмотрены научно-технические основы разработки установки со сверхвысокочастотным энергоподводом для термической обработки биологического сырья в непрерывном режиме. Обоснована актуальность применения объемного микроволнового нагрева как энергоэффективной альтернативы традиционным конвективным и кондуктивным способам теплопередачи. Проведен анализ конструктивных схем резонаторных систем различной геометрии с учетом распределения электромагнитного поля и условий согласования нагрузки. Представлены результаты моделирования электродинамических и теплотехнических процессов, определяющих равномерность нагрева и интенсивность тепловыделения в рабочем объеме. Экспериментально подтверждена возможность достижения требуемых температурных режимов при сокращении продолжительности обработки и снижении удельных энергозатрат. Оценены эксплуатационные характеристики установки, включая стабильность работы, безопасность и возможность автоматизированного управления параметрами процесса. Выполнен краткий анализ полученных результатов с точки зрения их масштабируемости и промышленной применимости. Сделан вывод о перспективности внедрения разработанной технологии в перерабатывающие производства агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: микроволновой нагрев, непрерывно-поточная установка, объемный нагрев, переработка биологического сырья, резонаторная система, СВЧ-энергоподвод, термическая обработка, электродинамическое моделирование, энергоэффективность.

Современный этап развития агропромышленного комплекса характеризуется возрастающими требованиями к глубине переработки сырья, повышению энергетической эффективности технологических процессов и обеспечению стабильного уровня санитарно-гигиенической безопасности продукции. В этих условиях особое значение приобретает совершенствование методов термической обработки биологического сырья, основанных на использовании электрофизических факторов воздействия. Ограничения традиционных конвективных и кондуктивных способов нагрева, проявляющиеся в значительной инерционности, неравномерности температурного поля и повышенных удельных энергозатратах, предопределяют необходимость внедрения объемных методов энергоподвода, прежде всего сверхвысокочастотного нагрева. Разработка и обоснование параметров таких установок требуют комплексного анализа электродинамических, теплотехнических и технологических аспектов функционирования оборудования, а также учета физико-химических свойств обрабатываемых сред.

Методологической основой проведенного исследования послужили работы, посвященные анализу вторичного мясного сырья и выбору рациональных способов его термообработки и обеззараживания [1], а также результаты проектирования микроволновых установок с тороидальными резонаторами для переработки жиросодержащего сырья [2] и разработки СВЧ-оборудования для

обработки отходов убоя животных [3]. Конструктивные решения, реализованные в установках с коническими резонаторами непрерывного действия [4], а также в системах с коаксиальными спиральными резонаторами [5] и центробежных аппаратах с электрофизическим воздействием [6], позволили сформировать представление о возможностях интенсификации процессов за счет рациональной геометрии рабочих камер.

Значительный вклад в формирование концепции объемного нагрева внесли исследования, связанные с использованием сферических резонаторов для вытопки жира [7] и моделированием электродинамических процессов в квазирезонаторных системах [8], а также разработки установок с усеченными коническими камерами для переработки жиросодержащего сырья [9]. Практические аспекты создания микроволновых аппаратов для термообработки вторичных ресурсов отражены в публикациях [10] и в исследованиях по интенсификации процессов в установках со сверхвысокочастотным энергоподводом [11].

Отдельное направление научных исследований связано с разработкой СВЧ-конвективных сушильных аппаратов и использованием эндогенно-конвективного нагрева, что подробно рассмотрено в работах [12] и [13], а также в фундаментальных публикациях, раскрывающих научно-технические основы создания установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий [14]. Патентные решения по СВЧ-конвективным сушилкам с полусферическими резонаторами [15], исследования параметров металлодиэлектрических резонаторных систем [16] и анализ конструкционных исполнений конвективно-СВЧ аппаратов [17] расширили представления о путях повышения равномерности распределения электромагнитного поля.

Разработка сушильных установок для фермерских хозяйств [18], создание хмелесушилок с эндогенно-конвективным нагревом [19] и применение тороидальных и астроидальных резонаторов [20] подтвердили эффективность комбинированных схем энергоподвода. Концепция многорезонаторных систем [21] и результаты международных исследований по обоснованию параметров микроволновых сушильных установок [22] способствовали формированию подходов к модульному построению оборудования.

Практическая реализация барабанных резонаторных систем непрерывного действия [23] и обоснование режимов работы поярусно расположенных резонаторов [24] позволили уточнить принципы организации проточного канала и согласования нагрузки. Сравнительная оценка конструкционных решений СВЧ-конвективных аппаратов [25] и патентные разработки с полуцилиндрическими резонаторами [26] подтвердили целесообразность применения нестандартных геометрий рабочих камер.

Важную роль в формировании научной базы сыграли исследования, посвященные созданию установок для размораживания и разогрева молозива [27], а также патентные решения по двухмодульным системам непрерывного действия [28] и установкам с соосно расположенными резонаторами [29]. Публикации по расчету параметров сушильных аппаратов [30] и проектированию СВЧ-маслоплавителей с эллипсоидными резонаторами [31] обеспечили методические основы инженерного проектирования.

Дополнительные результаты, полученные в исследованиях модульных микроволновых установок для переработки сырья на предприятиях аграрного профиля [32] и разработке плавителей жирового сырья с СВЧ-энергоподводом [33], позволили оценить перспективы масштабирования технологий. Работы по интенсификации процессов извлечения жира диэлектрическим нагревом [34] и международные исследования по созданию установок непрерывного действия для тепловой обработки биологического сырья [35] подтвердили универсальность подходов, основанных на объемном электромагнитном воздействии.

Представленное исследование базируется на широком комплексе теоретических и прикладных разработок в области СВЧ-технологий, охватывающих вопросы анализа сырья, моделирования электродинамических процессов, проектирования резонаторных систем и создания непрерывно-поточных установок. Опора на результаты, изложенные в тридцати пяти научных и патентных источниках, позволила сформировать целостную концепцию разработки оборудования нового поколения, ориентированного на повышение энергоэффективности, равномерности нагрева и технологической надежности процессов термической обработки в агропромышленном комплексе. Выполненный комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представленный в четвертой части монографического исследования, отражает логическое завершение цикла теоретических и экспериментальных изысканий, направленных на создание эффективной непрерывно-поточной установки со сверхвысокочастотным энергоподводом для термической обработки жидких и пастообразных биологических сред. Проведенный анализ проделанной работы позволяет оценить степень научной новизны, технической обоснованности и практической реализуемости разработанных решений, а также выявить закономерности, определяющие эффективность объемного электромагнитного нагрева в условиях промышленного применения.

На первом этапе была сформирована совокупность исходных предпосылок, базирующихся на выявленных недостатках традиционных способов тепловой обработки, основанных преимущественно

на конвективном и кондуктивном механизмах передачи теплоты. Установлено, что при работе с жидкими белково-липидными системами наблюдается значительная температурная неравномерность по сечению потока, обусловленная ограниченной теплопроводностью среды и формированием приграничных слоев, препятствующих интенсивному теплообмену. В результате увеличивается продолжительность технологического цикла, возрастает удельное энергопотребление и ухудшаются функциональные свойства продукта вследствие локального перегрева. Эти обстоятельства предопределили необходимость перехода к объемным методам энергоподвода, при которых тепловыделение формируется непосредственно в массе обрабатываемой среды.

Ключевым направлением проделанной работы стало теоретическое обоснование выбора резонаторной системы, обеспечивающей устойчивое формирование электромагнитного поля в рабочем объеме установки. В процессе аналитических исследований были рассмотрены различные геометрические конфигурации резонаторов – цилиндрические, конические, сферические и комбинированные, – каждая из которых обладает специфическими характеристиками распределения напряженности электрического поля. Расчет электродинамических параметров позволил определить условия возникновения стоячих волн, оценить добротность системы и выявить зоны концентрации энергии. Особое внимание уделялось минимизации отраженной мощности, поскольку ее наличие свидетельствует о рассогласовании нагрузки и приводит к снижению энергетической эффективности.

Проведенное математическое моделирование подтвердило, что оптимальное распределение плотности мощности достигается при использовании модифицированной резонаторной камеры с плавно изменяющейся геометрией, исключающей резкие перепады поперечного сечения. Такой подход позволил снизить вероятность образования локальных перегревов и обеспечить более равномерный прогрев проточного слоя. В расчетах учитывались диэлектрические свойства обрабатываемой среды, включая диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, которые определяют интенсивность поглощения СВЧ-энергии. Установлено, что повышение влажности и наличие ионных компонентов способствуют увеличению коэффициента поглощения, что требует корректировки режимов работы генератора для предотвращения избыточного тепловыделения.

Экспериментальная часть работы была направлена на проверку адекватности расчетных моделей и уточнение параметров энергоподвода в реальных условиях эксплуатации. Создан опытный образец установки, включающий источник микроволнового излучения, систему согласования, резонаторную камеру и проточный канал с регулируемой скоростью движения продукта. В ходе испытаний варьировались мощность излучения, скорость подачи среды и геометрические параметры рабочего объема. Полученные данные продемонстрировали устойчивую зависимость температуры на выходе от удельной мощности и времени пребывания в зоне нагрева. При этом отмечено, что объемный характер тепловыделения позволяет существенно сократить длительность обработки по сравнению с традиционными методами при сохранении требуемого уровня микробиологической безопасности.

Анализ термограмм и результатов микробиологических исследований показал, что разработанная установка обеспечивает достижение целевых температурных режимов без значительного разрушения белковой структуры. Это подтверждается сохранением функциональных показателей, таких как способность к эмульгированию и пенообразованию, что имеет принципиальное значение для последующего использования продукта в пищевой промышленности. Отмечено также снижение степени денатурации по сравнению с длительной пастеризацией в теплообменных аппаратах, что обусловлено кратковременностью воздействия и отсутствием локальных зон перегрева.

Важным этапом проделанной работы стала оценка энергетической эффективности разработанной технологии. Расчет удельного энергопотребления показал снижение затрат по сравнению с конвективными системами при сопоставимой производительности. Это объясняется высокой степенью преобразования электромагнитной энергии в тепловую непосредственно в объеме продукта и отсутствием необходимости нагрева массивных металлических конструкций. Дополнительным фактором экономии является сокращение времени выхода установки на рабочий режим, что особенно актуально для малых и средних предприятий.

Анализ эксплуатационных характеристик выявил преимущества непрерывно-поточной схемы организации процесса. В отличие от периодических аппаратов, она обеспечивает стабильность параметров обработки и упрощает автоматизацию контроля. Разработанная система управления позволяет поддерживать заданный температурный режим путем регулирования мощности генератора и скорости подачи среды. При этом реализован принцип обратной связи, основанный на регистрации температуры в выходном патрубке и корректировке энергоподвода в режиме реального времени.

В ходе работы также была проведена оценка надежности и безопасности эксплуатации оборудования. Особое внимание уделялось вопросам электромагнитной совместимости и предотвращению утечек СВЧ-излучения. Конструктивные решения, включающие экранирование резонаторной камеры и применение поглощающих материалов в зонах возможного выхода поля,

позволили обеспечить соответствие санитарным и техническим требованиям. Испытания подтвердили отсутствие превышения допустимых уровней излучения в рабочей зоне персонала.

Анализ гидродинамических условий в проточном канале показал, что равномерность нагрева в значительной степени зависит от характера течения. При ламинарном режиме возможна стратификация температуры, тогда как переход к турбулентному течению способствует интенсивному перемешиванию и выравниванию температурного поля. В связи с этим были проведены расчеты критерия Рейнольдса и определены диапазоны скоростей, обеспечивающие оптимальный режим движения среды без чрезмерного увеличения гидравлического сопротивления.

Сравнительный анализ различных конфигураций резонаторов продемонстрировал, что комбинированные системы с элементами конической и сферической геометрии обладают наилучшим сочетанием равномерности нагрева и энергетической эффективности. Они обеспечивают более стабильное распределение напряженности электрического поля и снижают вероятность образования «мертвых зон». Полученные результаты подтвердили целесообразность выбора именно такой конструкции для дальнейшей промышленной реализации.

Обобщение экспериментальных данных позволило сформировать эмпирические зависимости, описывающие связь между мощностью излучения, временем воздействия и конечной температурой продукта. Эти зависимости легли в основу методики инженерного расчета установки заданной производительности. Предложенный алгоритм проектирования учитывает диэлектрические свойства среды, требуемый температурный режим и ограничения по энергопотреблению, что обеспечивает универсальность подхода и возможность адаптации к различным видам сырья.

Анализ проделанной работы показывает, что достигнутые результаты обладают не только прикладным, но и теоретическим значением. Полученные данные о распределении электромагнитного поля в проточных резонаторных системах расширяют представления о механизмах объемного нагрева и могут быть использованы при разработке оборудования для других отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности. Сформированная научная база позволяет прогнозировать поведение различных биологических сред в условиях СВЧ-воздействия и оптимизировать параметры процесса на этапе проектирования.

Важным итогом исследования является подтверждение возможности масштабирования разработанной технологии. Проведенные расчеты показали, что увеличение производительности может быть достигнуто путем параллельного включения нескольких резонаторных модулей или увеличения диаметра проточного канала при сохранении оптимального распределения поля. При этом сохраняются основные преимущества объемного нагрева – равномерность, энергоэффективность и сокращение времени обработки.

Анализ выполненной работы свидетельствует о комплексном характере проведенных исследований, включающих теоретическое моделирование, экспериментальную проверку, разработку конструктивных решений и оценку эксплуатационных параметров. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения сверхвысокочастотного энергоподвода для термической обработки жидких биологических сред в непрерывном режиме и создают основу для дальнейшего совершенствования оборудования и расширения области его применения.

Список литературы

1. Тихонов, А. А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания / Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. - С. 64-71- EDN: UNETJS.

2. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.

3. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.

4. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.

5. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.

6. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф.,

Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
7. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
8. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
9. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
10. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
11. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
12. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
13. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, No. 1. – P. 012141. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. – EDN PQSPZC.
14. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
15. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
16. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 11(138). – С. 45-56. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. – EDN VVQODQ.
17. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 57-71. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. – EDN DESJSC.
18. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
19. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
20. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
21. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
22. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборни-ке: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sover-eignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
23. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
24. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.

25. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY.
26. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
27. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45–55. – EDN OVQATU.
28. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива: № 2020141711: заявл. 17.12.2020: опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN RICROV.
29. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами: № 2020104252: заявл. 30.01.2020: опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). – EDN LBFHUW.
30. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
31. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.
32. Prosviryakova, M. V. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 52. – P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
33. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова [и др.] // Известия ОГАУ. – 2023. – № 2(100). – С. 119–124. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. – EDN LFGPZQ.
34. Просвирякова, М. В. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96–105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
35. Novikova, G. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova, D. Dulepov, A. Tikhonov, D. Tarakanov, N. Kirillov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Article 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.

УДК 636.92; 621.385.6

Шамин Е.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ СВЧ-УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СБОРА И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПУХА СО ШКУРОК КРОЛИКОВ

Аннотация. В условиях устойчивого роста спроса на продукцию кролиководства особую актуальность приобретает повышение комплексной рентабельности отрасли за счет более полного использования побочного сырья. Одним из перспективных направлений является разработка технологии сбора пуха со шкурок кроликов до их утилизации или дальнейшей переработки. В статье представлена комплексная методология проектирования, расчета, экспериментальной апробации и внедрения сверхвысокочастотной установки непрерывно-поточного действия, предназначенной для снижения силы удерживаемости волосяного покрова в дерме и одновременного обеззараживания пухового сырья. Теоретической основой разработки послужили положения электродинамики объемных резонаторов, методы трехмерного моделирования распределения электромагнитного поля, а также результаты гистоморфологических и микробиологических исследований. Обоснованы конструкционно-технологические параметры резонаторных систем нетрадиционной конфигурации, в том числе усеченного биконического, цилиндрического с полусферическими основаниями, коаксиального и призматического резонаторов с основанием в виде астроиды. Представлены регрессионные модели динамики нагрева сырья и снижения микробной обсемененности в

зависимости от удельной мощности и дозы воздействия. Доказана эффективность совмещенной технологии, включающей предварительную обработку мездры опарой или льдорассолом и воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Установлено, что при производительности 35–45 шкурок в час и суммарной мощности генераторов 3,2–5,5 кВт обеспечивается отделение до 90–95 % пуха при одновременном снижении общего микробного числа до нормативных значений. Разработанная методология интеграционной многокритериальной оптимизации позволяет создавать энергоэффективные, электромагнитно безопасные и технологически адаптированные СВЧ-установки для предприятий малой и средней мощности, что обеспечивает повышение рентабельности кролиководства до 23 % по сравнению с базовыми технологиями.

Ключевые слова: кролиководство, сбор пуха, шкурка кролика, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, СВЧ-установка, объемный резонатор, биконический резонатор, микробиологическая безопасность, регрессионная модель, многокритериальная оптимизация.

Кролиководство в современной агропромышленной системе Российской Федерации рассматривается как динамично развивающаяся отрасль животноводства, обладающая значительным потенциалом импортозамещения и расширения внутреннего продовольственного рынка. По экспертным оценкам, неудовлетворенный спрос на кроличье мясо в стране превышает 300 тыс. тонн в год, что формирует объективную потребность в интенсификации производства и внедрении ресурсосберегающих технологий. При этом существенным резервом повышения экономической эффективности хозяйств является комплексное использование всех видов получаемого сырья, включая вторичные продукты убоя. Одним из таких ресурсов выступает пуховой покров шкурок, который традиционно либо теряется при переработке, либо используется нерационально.

Формирование технологического подхода к сбору пуха со шкурок кроликов требует учета биологических, физико-химических и электродинамических факторов. Волос удерживается в дерме посредством волосяной сумки и комплекса белковых структур, прочность которых зависит от влажности, температуры, микробиологического состояния ткани и времени, прошедшего после убоя животного. В естественных условиях разрушение этих структур может происходить под действием ферментативных процессов, однако такой способ требует длительного времени и сопровождается неконтролируемым ростом микрофлоры. Следовательно, разработка ускоренного, управляемого и санитарно безопасного способа отделения пуха является приоритетной научно-технической задачей.

В условиях интенсификации переработки продукции животноводства особую актуальность приобретает разработка энергоэффективных и технологически управляемых способов термического воздействия на сырье, обеспечивающих сокращение продолжительности процессов при одновременном повышении санитарной надежности продукции [13], [19]. Традиционные методы тепловой обработки, основанные на конвективном или контактном подводе тепла, характеризуются значительной инерционностью, неравномерностью распределения температурных полей и повышенными удельными энергозатратами, что особенно критично при работе с биологическими тканями сложной структуры [28], [35]. Кроме того, при обработке вторичного мясного и побочного сырья нередко возникают локальные перегревы поверхностных слоев при недостаточном прогреве внутренних зон, что снижает качество конечного продукта и усложняет контроль микробиологической безопасности [18], [25].

В последние годы в агропромышленном комплексе активно развиваются электрофизические методы воздействия, основанные на использовании энергии электромагнитного поля, позволяющие реализовать объемный нагрев и управлять структурными преобразованиями сырья на микроскопическом уровне [12], [27]. Практическая эффективность таких методов подтверждена при термообработке зерна, комбикормов и сыпучих материалов, где достигнуто снижение бактериальной обсемененности и повышение равномерности прогрева при непрерывном режиме работы установок [2], [6]. Аналогичные подходы успешно применены при обеззараживании зерна и продуктов его переработки, что свидетельствует о высокой технологической гибкости СВЧ-энергоподвода [7], [11].

Существенные результаты получены при разработке СВЧ-установок для переработки жиросодержащего и вторичного мясного сырья, где использование объемных резонаторов различной конфигурации позволило интенсифицировать процессы плавления, вытопки и обеззараживания [3], [20]. Конструктивные решения с коническими и усеченными коническими резонаторами обеспечивают концентрацию электромагнитной энергии в рабочем объеме и повышение коэффициента полезного использования мощности генераторов [15], [26]. Применение коаксиальных и спиральных резонаторных систем продемонстрировало возможность устойчивой работы в непрерывном режиме при сохранении требуемой добротности и равномерности нагрева [16], [21].

Дополнительные исследования в области моделирования электродинамических процессов в квазирезонаторных системах показали, что геометрия рабочей камеры оказывает определяющее

влияние на распределение напряженности электрического поля и характер формирования стоячих волн [25], [28]. Разработка установок с тороидальными, сферическими и астроидальными резонаторами позволила расширить представления о возможностях локализации энергии и управлении плотностью мощности в зонах технологического воздействия [14], [24]. Практическая реализация данных решений в установках для термообработки отходов убоя животных подтвердила целесообразность применения нетрадиционных резонаторных форм для повышения энергоэффективности процессов [10], [17].

Положительный опыт применения СВЧ-технологий накоплен также в области переработки специфических видов сырья, включая пчелиный воск, молозиво, мышечные желудки птицы и другие биологические объекты, обладающие сложной диэлектрической структурой [5], [4], [23]. В этих работах показано, что объемный электромагнитный нагрев обеспечивает сокращение времени термообработки и снижение удельных энергетических затрат по сравнению с традиционными способами [1], [22]. Отдельное направление составляют СВЧ-конвективные сушильные установки, в которых совмещается эндогенный и конвективный нагрев, что позволяет добиться высокой равномерности удаления влаги и стабильности технологических параметров [29], [31].

Развитие многорезонаторных систем и установок непрерывно-поточного действия подтвердило возможность масштабирования СВЧ-оборудования для фермерских и малых агропредприятий при сохранении показателей электромагнитной безопасности и энергетической эффективности [32], [34]. Сравнительная оценка различных конструкционных исполнений СВЧ-конвективных сушилок показала, что оптимизация формы резонатора и схемы энергоподвода является ключевым фактором повышения производительности и снижения эксплуатационных затрат [30], [35]. В хмелесушилках с тороидальными и астроидальными резонаторами доказана эффективность управления распределением поля за счет геометрической трансформации рабочей камеры [33], [29].

Анализ отечественных исследований и патентных разработок свидетельствует о высокой результативности применения СВЧ-энергоподвода в технологиях термообработки сельскохозяйственного и мясного сырья различной природы [1], [27]. Накопленный научно-технический задел в области проектирования конических, коаксиальных, тороидальных и многорезонаторных систем создает методологическую основу для адаптации электрофизических методов к новым объектам переработки [14], [21]. Логическим продолжением развития данных направлений является применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты для управляемого воздействия на биологические ткани с целью интенсификации структурных преобразований при минимальном тепловом влиянии на окружающую среду.

Перспективным направлением решения данной задачи выступает использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Теоретические основы взаимодействия электромагнитных волн с диэлектрическими и биологическими средами подробно изложены в трудах по электродинамике. Электромагнитные поля и волны, где рассмотрены закономерности распределения полей в объемных резонаторах и условия формирования стоячих волн. При воздействии СВЧ-излучения на увлажненную биологическую ткань происходит диэлектрический нагрев, обусловленный дипольной поляризацией молекул воды и ионной проводимостью. Данный механизм позволяет реализовать избирательное повышение температуры отдельных компонентов сырья при минимальном тепловом влиянии на окружающую среду.

Разработка технологии отделения пуха на основе СВЧ-воздействия потребовала формирования целостной методологии, включающей этапы постановки критериев, математического моделирования, экспериментальной верификации и технико-экономической оценки. В основу методологии положен принцип интеграционной оптимизации, предусматривающий одновременный учет электродинамических параметров резонатора, технологических режимов обработки, микробиологических показателей сырья и требований электромагнитной безопасности.

На первом этапе формировались критерии проектирования установки непрерывно-поточного действия. К их числу отнесены: обеспечение высокой напряженности электрического поля в рабочем объеме, достижение высокой собственной добротности резонатора, равномерность распределения энергии, возможность непрерывной подачи и вывода сырья через технологические прорези, снижение утечек излучения до нормативных значений и минимизация энергетических затрат. Особое внимание уделялось совмещению процессов ослабления удерживаемости волоса и обеззараживания пуха, что требовало достижения температурного диапазона 38–45 °C без перегрева дермы.

На втором этапе проводилось электродинамическое моделирование различных типов объемных резонаторов с использованием специализированных программ трехмерного анализа. Рассматривались цилиндрические резонаторы с полусферическими основаниями, коаксиальные системы, призматические камеры с основанием в виде астроиды и усеченные биконические резонаторы. Моделирование позволило определить распределение напряженности электрического поля, плотность мощности и коэффициенты стоячей волны при заданных геометрических параметрах и мощности магнетронов. Расчеты показали, что при равном геометрическом объеме усеченный биконический резонатор обеспечивает более благоприятное формирование интерферированных

волн, что приводит к локализации энергии в тороидальных пучностях и повышению эффективности нагрева сырья.

Добротность резонатора оценивалась с учетом площади поверхности, объема, толщины скин-слоя и размеров технологических прорезей. Размер прорезей выбирался менее четверти длины волны, что позволяло сохранять радиогерметичность системы при обеспечении непрерывности технологического процесса. Полученные аналитические выражения были интегрированы в алгоритм расчета, позволяющий на этапе проектирования оценивать влияние конструкционных параметров на энергетические характеристики установки.

Третий этап включал обоснование предварительной обработки мездровой стороны шкурки. Экспериментально установлено, что пропитка дермы гомогенизированной сброженной смесью на основе ржаной муки, воды, дрожжей, горчичного порошка и соли способствует частичному разрушению белковых связей волосяной сумки. В условиях СВЧ-нагрева эндогенное тепло усиливает ферментативные процессы, что приводит к значительному снижению силы удерживаемости волоса. Альтернативным вариантом обработки при длительном хранении шкурок является нанесение льдорассола — послойной комбинации растительного масла, льда и каменной соли, обеспечивающей структурное разрыхление эпидермиса.

Динамика нагрева кожи при удельных мощностях 2 и 3 Вт/г описывается степенными зависимостями, позволяющими прогнозировать достижение целевой температуры в пределах 55–60 секунд. При этом температура 45–50 °C является достаточной для ослабления волосяных луковиц без термического повреждения коллагеновых волокон дермы. Гистоморфологический анализ подтвердил разрушение волосяной сумки и разрыхление эпидермального слоя после комбинированного воздействия опары и ЭМПСВЧ.

Микробиологическая безопасность сырья рассматривалась как обязательное условие внедрения технологии. Известно, что на парной шкурке может присутствовать до двадцати видов бактерий, а общее микробное число через восемь часов после убоя достигает 2–4 млн КОЕ/г. Проведенные исследования показали, что при дозе воздействия 180–280 Вт·ч/кг наблюдается экспоненциальное снижение бактериальной обсемененности до уровня 500 тыс. КОЕ/г, соответствующего допустимым нормативам. Таким образом, СВЧ-обработка выполняет одновременно технологическую и санитарную функции.

Четвертый этап методологии заключался в многокритериальной оценке альтернативных конструкций резонаторов методом наименьших отклонений. В качестве критериев рассматривались напряженность поля, добротность, равномерность нагрева и уровень электромагнитных утечек. Анализ показал, что наименьшее отклонение от средних значений по совокупности критериев имеют усеченный биконический и призматический резонаторы с основанием в виде астроиды. Однако с учетом технологической адаптивности, удобства размещения транспортерной системы и простоты изготовления предпочтение было отдано усеченному биконическому варианту.

Пятый этап предусматривал построение структурной модели функционирования установки, включающей входные параметры (влажность и масса шкурки, концентрация рассола или опары, мощность генераторов), выходные параметры (степень отделения пуха, температура дермы, микробиологические показатели) и контролируемые переменные (время воздействия, напряженность поля, плотность мощности). Трехфакторный регрессионный анализ позволил установить оптимальные режимы работы при удельной мощности генераторов 3,2 Вт/г и суммарной мощности 5,55 кВт.

На шестом этапе был изготовлен опытный образец установки непрерывно-поточного действия, оснащенный четырьмя магнетронами воздушного охлаждения. Внутри резонатора размещен сеточный транспортер, обеспечивающий равномерное перемещение шкурок через зону максимальной напряженности поля. Производственные испытания подтвердили возможность обработки 35–45 шкурок в час при энергетических затратах 0,3–0,35 кВт·ч/кг. Отделение пуха достигало 90–95 %, а температура кожи стабилизировалась в диапазоне 42 °C.

Исследования мощности потока излучения вблизи установки показали, что при соблюдении конструкционных требований к прорезям и геометрии резонатора уровень электромагнитного излучения не превышает санитарных норм даже без дополнительного общего экранирующего корпуса. Это обстоятельство позволяет снизить капитальные затраты и упростить монтаж оборудования в условиях малых фермерских хозяйств.

Заключительный этап методологии включал сравнительную технико-экономическую оценку различных конструкционных решений. Расчеты показали, что при объеме переработки 2,1 тонны шкурок в месяц внедрение установки с усеченным биконическим резонатором обеспечивает дополнительный экономический эффект порядка 67,5 тыс. рублей в месяц за счет снижения эксплуатационных затрат и реализации собранного пуха. Повышение рентабельности по сравнению с базовой технологией достигает 23 %, что подтверждает целесообразность промышленного внедрения разработки.

Созданная методология проектирования СВЧ-установки для сбора и обеззараживания пуха со шкурок кроликов представляет собой комплексный научно-технический инструмент, объединяющий достижения электродинамики, биотехнологии и инженерной оптимизации. Ее применение позволяет формировать энергоэффективные, безопасные и экономически обоснованные решения для предприятий различной мощности. Развитие данного направления открывает перспективы дальнейшей модернизации оборудования, автоматизации процессов контроля и расширения области применения микроволновых технологий в агропромышленном комплексе.

Развитие предложенной методологии проектирования СВЧ-установок для сбора и обеззараживания пуха со шкурок кроликов логически связано с углубленным анализом физических процессов, протекающих в системе «биологическое сырье – электромагнитное поле – резонаторная камера», а также с уточнением технологических параметров, обеспечивающих устойчивость и воспроизводимость результатов в производственных условиях. Ключевым элементом в данной системе является объемный резонатор, в котором формируется структура стоячих волн, определяющая пространственное распределение напряженности электрического поля и плотности энергии.

При использовании усеченного биконического резонатора реализуется особый характер интерференции электромагнитных волн. При синхронной работе трех или четырех магнетронов равной мощности волны распространяются под углом порядка 120 градусов друг к другу, формируя устойчивую картину стоячих волн с локализацией энергии в тороидальных областях. Такая конфигурация позволяет минимизировать зоны «холодных пятен», характерные для классических цилиндрических камер, и обеспечивает более равномерный прогрев мездры по всей площади шкурки. Теоретические основы формирования подобных волновых структур согласуются с положениями классической электродинамики, изложенными в труде Электромагнитные поля и волны, где рассматриваются условия существования собственных мод в замкнутых и квазизамкнутых объемах.

Сравнительный анализ различных типов резонаторов показал, что при одинаковом рабочем объеме и равной суммарной мощности генераторов напряженность электрического поля в цилиндрическом резонаторе не превышает 0,6 кВ/см при добротности порядка 5000. В коаксиальной системе возможно достижение напряженности до 1,2 кВ/см при сопоставимой добротности, однако конструкционная сложность и трудности размещения транспортерного механизма снижают технологическую адаптивность. Призматический резонатор с основанием в виде астроиды демонстрирует высокую добротность до 8000, однако формирование устойчивого распределения поля требует более точной настройки и симметрии излучателей. Наиболее сбалансированным вариантом с точки зрения совокупности критериев остается усеченный биконический резонатор, обеспечивающий напряженность до 1,2 кВ/см при добротности до 9000 при суммарной мощности генераторов 3,2 кВт.

Особое значение в разработке алгоритма расчета имело включение в модель зависимости электрофизических параметров сырья от температуры и влажности. Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь биологической ткани существенно изменяются в процессе нагрева, что влияет на коэффициент поглощения энергии и, соответственно, на динамику температурного поля. В ходе экспериментов установлено, что при удельной мощности 2 Вт/г температура мездры достигает 45–50 °C за 55–60 секунд, при этом нагрев носит степенной характер, описываемый эмпирическими зависимостями. При повышении удельной мощности до 3 Вт/г скорость нагрева возрастает, однако увеличивается риск локального перегрева в зонах повышенной влажности. Это обстоятельство обусловило выбор оптимального диапазона удельной мощности 3,0–3,2 Вт/г как компромиссного между производительностью и сохранностью структуры дермы.

Гистоморфологические исследования позволили детализировать механизмы ослабления силы удерживаемости волоса. Под действием СВЧ-поля в сочетании с предварительной обработкой опарой наблюдается деструкция белковых компонентов волосяной сумки, разрыхление эпидермального слоя и частичная денатурация межклеточного матрикса. В отличие от традиционного способа, при котором ферментативное разрушение длится 5–7 часов, совмещенный метод позволяет достичь сопоставимого эффекта в течение нескольких минут. Это существенно снижает микробиологические риски и повышает оборачиваемость сырья.

Микробиологические исследования показали экспоненциальный характер снижения общего микробного числа в зависимости от дозы воздействия. Для образцов с исходной обсемененностью 2 млн КОЕ/г и 1 млн КОЕ/г получены регрессионные зависимости, описывающие динамику инактивации микроорганизмов при дозах 180–280 Вт·ч/кг. Достижение уровня 500 тыс. КОЕ/г подтверждает возможность использования полученного пуха в дальнейших технологических операциях без дополнительной дезинфекции. Таким образом, СВЧ-обработка выполняет функцию щадящей пастеризации, не сопровождающейся химическим загрязнением продукта.

Важным аспектом методологии является обеспечение электромагнитной безопасности персонала. Проведенные замеры плотности потока мощности в зоне обслуживания показали, что при

соблюдении геометрических параметров прорезей, не превышающих четверти длины волны, и правильной ориентации магнетронов уровень утечек не выходит за пределы санитарных норм. Это позволяет эксплуатировать установку без массивного экранирующего корпуса, ограничиваясь локальными защитными элементами и системой блокировок. Дополнительным фактором безопасности является использование магнетронов воздушного охлаждения, что упрощает техническое обслуживание и снижает риск перегрева.

С точки зрения организации производственного процесса СВЧ-установка интегрируется в технологическую линию первичной переработки кроликов после операции снятия шкурки. Критическим временным интервалом является период до двух часов после убоя, когда микробиологическая нагрузка еще не достигла критических значений. В этот промежуток наиболее эффективно распыление опары на мездровую сторону с последующей СВЧ-обработкой. При превышении суточного срока хранения целесообразно использование льдорассола с выдержкой в течение трех минут для восстановления оптимальной влажности и структуры дермы.

Экономическая составляющая внедрения технологии оценивалась с учетом капитальных вложений, эксплуатационных затрат, стоимости электроэнергии и потенциальной выручки от реализации пуха. При переработке 2,1 тонны шкурок в месяц установка обеспечивает дополнительный доход порядка 67,5 тыс. рублей за счет снижения затрат и повышения выхода товарной продукции. Срок окупаемости оборудования в условиях малого хозяйства не превышает одного года, что делает проект инвестиционно привлекательным.

Разработанная методология допускает масштабирование установки путем изменения числа магнетронов и габаритов резонатора при сохранении принципов многокритериальной оптимизации. Возможна адаптация конструкции для переработки других видов мехового сырья с учетом корректировки диэлектрических параметров и режимов воздействия. Перспективным направлением дальнейших исследований является внедрение автоматизированной системы контроля температуры и плотности мощности в реальном времени, что позволит повысить точность поддержания технологических режимов и снизить влияние человеческого фактора.

Таким образом, комплекс проведенных теоретических и экспериментальных исследований позволил сформировать научно обоснованную и практически реализуемую методологию проектирования СВЧ-установки непрерывно-поточного действия для сбора пуха со шкурок кроликов. Сочетание электродинамического моделирования, биотехнологических приемов предварительной обработки, регрессионного анализа и многокритериальной оптимизации обеспечило создание оборудования, отвечающего современным требованиям энергоэффективности, санитарной безопасности и экономической целесообразности. Внедрение данной технологии способствует формированию замкнутого цикла переработки продукции кролиководства и укреплению конкурентоспособности отрасли в целом.

Список литературы

1. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г.В. Новикова, Е.В. Воронов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 5 (103). - С. 154-160. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. - EDN: LAAYEX.

2. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Коробков А.Н., Осокин В.Л., Белов А.А., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2586160 C1, 10.06.2016. Заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014. - EDN: ZESFQT.

3. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.

4. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива/ Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.

5. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.

6. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016. - EDN: LFQEUF.

7. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.

8. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин, Г.В. Новикова, П.В. Зайцев, О.В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 1 (52). - С. 89-93. - DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. - EDN: VIRJWQ.

9. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для

размораживания коровьего молозива: № 2018143727: заявл. 11.12.2018: опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN XLVLCF.
10. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 198-202. - EDN: XYKUTJ.
11. Патент № 2535146 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. СВЧ установка для обеззараживания комбикормов: № 2013121131/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.12.2014 / Г. Л. Долгов, Т. В. Шаронова, Г. В. Новикова, М. В. Белова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN PTHRMA.
12. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 7(74). – С. 44-54. – EDN ZBJYCX.
13. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / М. В. Белова, Г. А. Александрова, Д. В. Поручиков, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 2(78). – С. 12-15. – EDN QBJPIZ.
14. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
15. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
16. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
17. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
18. Белова, М. В. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М. В. Белова, Б. Г. Зиганшин, Н. Т. Уездный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8, № 3(29). – С. 53-56. – EDN REJNHJ.
19. Тихонов, А. А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания / Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. - С. 64-71- EDN: UNETJS.
20. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных: № 2023120303: заявл. 01.08.2023: опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN MBTIXI.
21. Тихонов, А. А. Установка с СВЧ энергоподводом в коаксиально расположенные резонаторы для термообработки мясного сырья / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, Г. В. Новикова [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. – С. 470-473. – EDN FCHRLV.
22. Патент № 2831716 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме: № 2023132692: заявл. 05.12.2023: опубл. 12.12.2024 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Е. В. Воронов, В. Ф. Сторчевой, М. Е. Фёдоров, Д. Д. Коршиков. – EDN DSKUBK.
23. Микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Романюк Н.Н., Басонов О.А., Просвирякова М.В., Фёдоров М.Е., Поручиков Д.В., Коршиков Д.Д. Патент на изобретение RU 2837276 C1, 28.03.2025. Заявка № 2024112577 от 07.05.2024 - EDN: XAKIMM.
24. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
25. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
26. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1,

03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
27. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
28. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
29. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
30. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY.
31. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
32. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
33. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
34. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
35. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.

УДК 636.92

Шамин Е.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

РАЗРАБОТКА СВЧ-СУШИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕПОЧКОЙ СВЯЗАННЫХ РЕЗОНАТОРОВ ДЛЯ РАВНОМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Представлена комплексная переработка и расширенное научно-техническое обоснование конструкции микроволновой сушилки овечьей шерсти, функционирующей в непрерывном режиме на основе открытого биконического диафрагмированного резонатора. Актуальность исследования обусловлена высокой гигроскопичностью шерсти, снижением ее прочностных характеристик при влажности выше 19 %, а также риском самосогревания и биологического повреждения сырья при хранении. Проведен детальный анализ электрофизических свойств шерсти как диэлектрика с малыми потерями, особенностей поглощения энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты, закономерностей тепло- и массопереноса в волокнистых материалах. Обоснован выбор биконической геометрии резонатора, обеспечивающей высокую собственную добротность, снижение радиационных потерь и формирование благоприятного распределения напряженности электрического поля в рабочем объеме. Рассмотрена замедляющая система в виде цепочки связанных резонаторов, реализованная посредством перфорированных неферромагнитных диафрагм, кратных половине длины волны, что позволяет обеспечить равномерность нагрева по радиусу транспортирующей трубы и снизить температурные градиенты до 2–3 °С. Приведены расчеты глубины проникновения СВЧ-энергии, собственной и нагруженной добротности, средней напряженности электрического поля, удельной мощности тепловыделения и скорости нагрева шерсти. Показано, что при мощности генераторов 4,8 кВт и суммарной установленной мощности установки 10,8 кВт достигается производительность до 5 м³/ч при энергетических затратах 20–22 кВт·ч/м³. Обоснована возможность одновременного обеззараживания шерсти при напряженности электрического поля 1–1,5 кВ/см. Технологическая схема установки адаптирована для внедрения в стригальные цеха первичной переработки шерсти. Работа содержит

углубленный анализ электродинамических, теплотехнических и эксплуатационных аспектов функционирования установки и может служить основой для дальнейшей модернизации СВЧ-оборудования агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: СВЧ-сушка, овечья шерсть, биконический резонатор, открытый резонатор, диафрагмированный волновод, цепочка связанных резонаторов, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, непрерывный режим, диэлектрический нагрев, добротность резонатора, энергоэффективность, обеззараживание сырья

Овечья шерсть относится к числу ценных натуральных волокнистых материалов, широко применяемых в текстильной, легкой и перерабатывающей промышленности. Качество шерстяного сырья определяется не только породными особенностями животных и условиями их содержания, но и технологией первичной обработки после стрижки. Одним из ключевых этапов является снижение влажности до нормативного уровня, обеспечивающего сохранность физико-механических свойств, предотвращение микробиологической порчи и возможность длительного хранения без самосогревания.

Шерсть обладает выраженной гигроскопичностью. Ее влажность после стрижки может варьироваться в широких пределах — от 17 до 55 % в зависимости от погодных условий, загрязненности руна, содержания жира и пота. При превышении уровня влажности 19 % резко снижается прочность волокна, увеличивается риск развития микроорганизмов, активизируются процессы биохимического разложения органических примесей, что сопровождается самосогреванием массы и ухудшением товарных свойств. Традиционные методы конвективной сушки, основанные на подаче нагретого воздуха, характеризуются значительной продолжительностью процесса, неравномерностью прогрева и повышенными энергетическими затратами, обусловленными низкой теплопроводностью шерсти как волокнистого пористого материала.

В условиях агропромышленного комплекса актуальной становится задача интенсификации сушки при одновременном снижении эксплуатационных расходов и сохранении качественных показателей волокна — извитости, упругости, эластичности, прочности на разрыв, естественного блеска и цвета. Наиболее перспективным направлением является использование энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Диэлектрический нагрев позволяет осуществлять объемное тепловыделение непосредственно внутри материала за счет взаимодействия переменного электрического поля с дипольными молекулами воды и ионной проводимости жидкой фазы.

Эффективность применения СВЧ-энергоподвода в переработке сельскохозяйственного сырья подтверждена результатами исследований и разработок установок различного технологического назначения, включая системы с нестандартными резонаторами для плавления и измельчения жиросырья [1], биконические резонаторы для термообработки мясного сырья [2] и установки непрерывного действия с усечёнными коническими камерами [3]. Принципы объемного диэлектрического нагрева успешно реализованы также в оборудовании для вытопки воска и жиров [4], а их технологическая универсальность подтверждена патентными решениями в области размораживания молозива [5] и СВЧ-конвективных сушилок с полуцилиндрическими резонаторами [6]. Развитие коаксиальных и спиральных резонаторных систем [7], а также комбинированных установок с воздействием электрофизических факторов [8] демонстрирует расширение области применения микроволновой энергии в непрерывных технологических линиях. Использование сферических и радиогерметичных резонаторных конструкций [9], наряду с оптимизацией режимов работы СВЧ-воскотопок [11], подтверждает значимость геометрии рабочей камеры для повышения энергоэффективности процессов. Патентные решения по способам вытопки воска и разделения фаз [12], а также разработки тороидальных резонаторов для вторичного мясного сырья [13] указывают на перспективность многоформатных резонаторных систем. Моделирование электродинамических процессов в квазирезонаторах [14] и создание установок с усечёнными коническими камерами [15] формируют теоретическую базу для расчёта параметров сушильных устройств нового поколения. Практические аспекты интенсификации термообработки [16] и экспериментальное подтверждение повышения производительности [17] согласуются с результатами по обоснованию параметров СВЧ-конвективных сушилок для фермерских хозяйств [18]. Методические подходы к расчёту непрерывно-поточных СВЧ-аппаратов с эллипсоидными резонаторами [19] и коническими камерами обработки [20] дополняются патентами на установки для одновременного измельчения и нагрева сырья [21] и извлечения жира из костного сырья [22]. Анализ выбора способов термообработки и обеззараживания вторичных продуктов [23], а также исследования в области микроволновой пастеризации молока [24] подтверждают санитарно-гигиеническую эффективность СВЧ-технологий. Сравнительная оценка конструкций СВЧ-конвективных хмелесушилок [25] и обоснование режимов их работы [26] демонстрируют применимость эндогенно-конвективного нагрева к волокнистым и растительным материалам. Патентные решения по многорезонаторным и барабанным системам [27], включая конструкции с тороидальными и астроидальными резонаторами [30], а также установки с источниками эндогенно-конвективного нагрева [31], подтверждают тенденцию к созданию

распределённых полевых структур. Результаты анализа конструкционных исполнений СВЧ-хмелесушилок [32] и разработки установок для непрерывного размораживания молозива [33] дополняются исследованиями нетрадиционных резонаторных форм [34] и международным опытом создания непрерывных СВЧ-систем [35], что в совокупности формирует научно-техническую основу для внедрения микроволновой сушки овечьей шерсти с обеспечением высокой энергоэффективности и сохранности качественных показателей волокна.

В отличие от конвективного способа, при котором тепло подводится к поверхности и затем распространяется вглубь за счет теплопроводности, СВЧ-нагрев обеспечивает формирование внутреннего источника тепла. Это существенно ускоряет перенос влаги из внутренних слоев к поверхности. Механизм сушки включает два взаимосвязанных процесса: испарение влаги внутри порового пространства и ее перемещение в паровой или жидкой фазе к наружным слоям. Электрическое поле высокой напряженности способствует росту давления водяного пара в микрокапиллярах, что создает дополнительный градиент давления и ускоряет фильтрацию парожидкостной среды.

Эффективность СВЧ-сушки определяется электрофизическими параметрами шерсти. При влажности около 30 % относительная диэлектрическая проницаемость составляет 6–12, а тангенс угла диэлектрических потерь порядка 0,11. Низкие диэлектрические потери сухого волокна и высокая способность влаги поглощать энергию создают благоприятные условия для селективного нагрева водной фазы. Глубина проникновения электромагнитной энергии при длине волны 12,24 см достигает нескольких сантиметров, что сопоставимо с характерными размерами слоя шерсти на транспортере.

Ключевым элементом разработанной установки является открытый биконический резонатор. Геометрия биконуса обладает рядом преимуществ по сравнению с цилиндрическими или прямоугольными резонаторами. Радиус поперечного сечения изменяется по линейному закону от центральной части к торцам. В резонансном объеме формируются области с экспоненциальным распределением электромагнитного поля. Вблизи критических сечений возникают поверхности, отражающие волну, что позволяет существенно снизить излучение через открытые торцы и сохранить высокую радиационную добротность.

Собственная добротность биконического резонатора определяется отношением запасенной электромагнитной энергии к потерям в проводящих стенках и излучению. Благодаря увеличенному радиусу в центральной зоне омические потери уменьшаются, что способствует росту добротности до величин порядка 110000. При загрузке шерстью добротность снижается, однако остается на уровне, обеспечивающем эффективное преобразование СВЧ-энергии в тепло.

Для обеспечения равномерности нагрева внутренняя поверхность резонатора снабжена перфорированными кольцевыми диафрагмами из неферромагнитного материала. Они образуют цепочку связанных резонаторов, выполняющую функцию замедляющей системы. Диаметр отверстий кратен половине длины волны, а разность радиусов центральной диафрагмы также равна половине длины волны, что обеспечивает симметричное деление мощности генераторов между коническими частями. Такая конфигурация способствует формированию ступенчатого распределения напряженности электрического поля вдоль оси и выравниванию поля по радиусу.

СВЧ-энергия от магнетронов подается со средней части замедляющей системы и распространяется в направлении открытых вершин биконуса. Это решение позволяет реализовать более мягкий режим нагрева и защитить источники излучения от отраженной волны. Расчет средней напряженности поля в рабочем объеме при мощности 4,8 кВт показывает значения порядка 1,7 кВ/см в сырье, что достаточно для интенсивного испарения влаги и одновременного обеззараживания.

Удельная мощность тепловыделения достигает 2,4–5,9 Вт/см³, что обеспечивает скорость нагрева 3–4 °C в секунду. Для повышения температуры шерсти на 70–80 °C требуется порядка 20–30 секунд. При объеме загрузки 0,025 м³ это соответствует производительности до 5 м³/ч. Энергетические затраты составляют 20–22 кВт·ч на кубический метр высушенной шерсти, что ниже по сравнению с традиционными конвективными установками.

Технологическая схема установки включает диэлектрический сеточный транспортер, проходящий внутри перфорированной фторопластовой трубы вдоль оси резонатора. Фторопласт выбран благодаря низким диэлектрическим потерям и химической стойкости. Тепловая пушка обеспечивает подачу нагретого воздуха температурой 80–100 °C, усиливая удаление паров влаги. Таким образом реализуется комбинированный СВЧ-конвективный способ, при котором микроволновая энергия отвечает за внутренний нагрев, а воздушный поток — за удаление испаренной влаги.

В первой конической части резонатора преобладает удаление поверхностной влаги при умеренной удельной мощности. Во второй части, где напряженность выше, происходит интенсивное выделение связанной влаги из глубинных слоев. Ступенчатое изменение поля минимизирует перегрев и предотвращает термическое повреждение волокон.

Температурный перепад по радиусу трубы не превышает 2–3 °C, что свидетельствует о высокой равномерности процесса. Это особенно важно для сохранения физико-механических свойств

шерсти. Экспериментальные данные подтверждают отсутствие ухудшения извитости, прочности и эластичности после сушки.

Применение установки целесообразно в составе стригальных цехов, где отсутствует специализированное оборудование для снижения влажности при неблагоприятных погодных условиях. Интеграция СВЧ-сушилки позволяет сократить время подготовки шерсти к прессованию, исключить самосогревание и повысить товарную стоимость продукции.

Разработанная микроволновая СВЧ-конвективная сушилка на основе открытого биконического диафрагмированного резонатора представляет собой энергоэффективное и технологически обоснованное решение для первичной переработки овечьей шерсти. Совмещение электродинамических преимуществ биконической геометрии с замедляющей системой из связанных резонаторов обеспечивает высокую добротность, равномерность нагрева и стабильность непрерывного режима работы.

Развитие предложенной конструкции требует более глубокого рассмотрения электродинамических процессов, протекающих в объеме открытого биконического резонатора при наличии диэлектрической нагрузки в виде слоя овечьей шерсти. В отличие от классических замкнутых объемных резонаторов, открытая биконическая система характеризуется наличием продольного градиента геометрических параметров, что приводит к изменению фазовой скорости волны и локальной плотности электромагнитной энергии по оси устройства. Это обстоятельство используется целенаправленно для формирования требуемого профиля нагрева материала в процессе его непрерывного перемещения.

В центральной зоне биконического резонатора радиус поперечного сечения максимален. Согласно электродинамическим представлениям, при увеличении радиуса уменьшается плотность поверхностных токов на стенках, а следовательно, снижаются омические потери. Это повышает собственную добротность системы и способствует накоплению электромагнитной энергии в рабочем объеме. По мере приближения к усеченным вершинам конусов радиус уменьшается, изменяются граничные условия для поля, и формируются области, близкие к критическим сечениям. В этих зонах волна частично отражается, что уменьшает уровень излучения через открытые торцы и одновременно способствует формированию стоячей волновой структуры.

При наличии диафрагм в виде перфорированных кольцевых дисков внутренняя структура поля усложняется. Каждая диафрагма выполняет двойную функцию: с одной стороны, она частично отражает электромагнитную волну, с другой — обеспечивает электродинамическую связь между соседними объемами, формируя систему связанных резонаторов. Такая система эквивалентна замедляющей структуре, в которой фазовая скорость распространения волны уменьшается по сравнению со скоростью света в свободном пространстве. Замедление волны приводит к увеличению времени взаимодействия поля с диэлектрической нагрузкой, что повышает эффективность преобразования электромагнитной энергии в тепловую.

Выбор внутреннего диаметра отверстий диафрагм, кратного половине длины волны, обусловлен необходимостью обеспечения резонансного согласования между соседними ячейками. При этом обеспечивается оптимальный коэффициент связи, достаточный для передачи энергии вдоль оси и одновременно для формирования устойчивой пространственной картины поля. Разность радиусов центральной диафрагмы, равная половине длины волны, выполняет функцию делителя мощности, распределяя поток энергии от магнетронов в противоположные направления. Такое решение позволяет исключить концентрацию энергии в одной зоне и обеспечить симметричность нагрева.

Особое значение имеет выбор частоты излучения. В рассматриваемой установке используется промышленная частота 2450 МГц, соответствующая длине волны 12,24 см. Это связано с доступностью магнетронов данного диапазона, а также с достаточной глубиной проникновения энергии в слой шерсти при ее влажности порядка 25–35 %. При увеличении частоты глубина проникновения уменьшается, что может привести к перегреву поверхностных слоев при недостаточном прогреве внутренних. При понижении частоты возрастает размер резонатора, что усложняет конструкцию и увеличивает металлоемкость. Таким образом, диапазон 2,45 ГГц является компромиссным с точки зрения технологичности и эффективности.

Тепло- и массоперенос в процессе СВЧ-конвективной сушки имеет комплексный характер. На первом этапе, когда влажность шерсти высока, основная доля энергии расходуется на нагрев свободной влаги и ее испарение с поверхности волокон. В этот период удельная мощность должна быть ограничена для предотвращения вспенивания и выброса капельной влаги. Далее, по мере уменьшения влажности, возрастает доля связанной влаги, удерживаемой капиллярными и адсорбционными силами. Для ее удаления требуется повышение внутреннего давления пара, что достигается увеличением напряженности электрического поля во второй конической части резонатора.

Комбинированное воздействие микроволнового нагрева и потока нагретого воздуха позволяет оптимизировать кинетику процесса. Воздух выполняет роль транспортного агента, уносящего водяной

пар из зоны обработки. При отсутствии конвективной составляющей влага могла бы конденсироваться в холодных участках, что снижало бы эффективность и приводило к вторичному увлажнению. Температура сушильного агента 80–100 °C выбрана с учетом термостойкости кератиновых волокон, исключая их термическую деградацию.

С точки зрения энергобаланса, общая установленная мощность 10,8 кВт включает мощность магнетронов, электропривода транспортера, вентиляторов охлаждения и тепловой пушки. При производительности до 5 м³/ч удельные энергетические затраты составляют 20–22 кВт·ч/м³. Снижение затрат по сравнению с чисто конвективной сушкой объясняется тем, что микроволновая энергия поглощается преимущественно влагой, а не нагревает массив металлических конструкций и окружающий воздух.

Отдельного внимания заслуживает вопрос обеззараживания шерсти. Электромагнитное поле с напряженностью 1–1,5 кВ/см оказывает губительное воздействие на большинство бактерий и микроскопических грибов. Механизм инактивации связан как с тепловым эффектом, так и с воздействием переменного электрического поля на клеточные мембраны. Таким образом, установка одновременно решает задачу снижения влажности и санитарной обработки сырья без применения химических реагентов.

Конструктивно важным элементом является диэлектрический сеточный транспортер. Его материал должен обладать минимальными диэлектрическими потерями, высокой механической прочностью и устойчивостью к температурным воздействиям. Сетчатая структура обеспечивает свободную циркуляцию воздуха и равномерное распределение слоя шерсти. Скорость движения транспортера согласуется с требуемым временем пребывания материала в зоне нагрева и может регулироваться в зависимости от исходной влажности.

Фторопластовая перфорированная труба выполняет роль направляющего канала и одновременно экранирует металлические элементы транспортера от прямого воздействия поля. Перфорация обеспечивает связь внутреннего объема с воздушным потоком и предотвращает образование застойных зон. Применение неферромагнитных материалов исключает локальное искажение поля и дополнительный нагрев металлических частей.

С точки зрения эксплуатационной надежности, особое значение имеет защита магнетронов от отраженной мощности. Подача энергии из центральной зоны и деление ее в противоположные стороны уменьшают вероятность образования стоячей волны с высоким коэффициентом отражения вблизи излучателей. Дополнительно может применяться ферритовый циркулятор или согласующее устройство, однако конструкция биконического резонатора позволяет снизить требования к таким элементам.

Анализ температурного распределения показывает, что при использовании цепочки связанных резонаторов перепад температуры по радиусу слоя не превышает 2–3 °C. Это достигается благодаря выравниванию плотности поля в поперечном сечении и исключению зон перегрева. В традиционных цилиндрических резонаторах без диафрагм часто наблюдаются локальные максимумы поля, приводящие к неравномерности нагрева. Биконическая форма в сочетании с диафрагмированием минимизирует этот эффект.

Экономическая эффективность внедрения установки определяется сокращением времени сушки, уменьшением потерь сырья и снижением затрат на энергоносители. Дополнительный эффект дает повышение качества шерсти и возможность ее прессования до нормативной влажности независимо от погодных условий. В условиях отгонных пастбищ и мобильных стригальных комплексов наличие компактной СВЧ-сушилки повышает автономность и технологическую завершенность процесса первичной обработки.

Перспективы дальнейших исследований связаны с оптимизацией геометрических параметров резонатора методом численного моделирования электромагнитных полей, а также с автоматизацией управления мощностью генераторов в зависимости от текущей влажности сырья. Возможна разработка адаптивной системы регулирования, основанной на измерении диэлектрических характеристик шерсти в режиме реального времени.

Кроме того, интерес представляет исследование влияния микроволновой обработки на микроструктуру кератиновых волокон при различных режимах нагрева. Это позволит уточнить предельные значения напряженности поля и температуры, при которых сохраняются механические свойства и предотвращается деградация белковой структуры.

Расширенное научно-техническое обоснование подтверждает, что открытый биконический диафрагмированный резонатор является эффективной электродинамической основой для создания непрерывной микроволновой сушилки овечьей шерсти. Совокупность конструктивных решений обеспечивает высокую добротность, равномерное распределение поля, интенсификацию тепло- и массопереноса, энергоэффективность и санитарную безопасность процесса. Разработка может служить базовой платформой для создания линейки СВЧ-установок различной производительности для нужд агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
2. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г.В. Новикова, Е.В. Воронов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 5 (103). - С. 154-160. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. - EDN: LAAYEX.
3. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива/ Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.
4. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.
5. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN XLVLCF.
6. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
7. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
8. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
9. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
10. Радиогерметичный плавитель жирового сырья непрерывно-поточного действия с СВЧ энергоподводом / А. А. Тихонов, Н. Н. Романюк, О. В. Михайлова [и др.] // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 278-285. – EDN YHPJCU.
11. Шевелев, А.В. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки / А.В. Шевелев, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, Н.К. Кириллов, Г.М. Тобоев // Аграрная наука. -2022. - № 11. - С. 88-93. - DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93. - EDN: NHLBPI.
12. Способ вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П. Патент на изобретение RU 2789490 C1, 03.02.2023. Заявка № 2022111579 от 28.04.2022. - EDN: OAHGJL.
13. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
14. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
15. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
16. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
17. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
18. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.

19. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.
20. Микроволновая установка с коническим резонатором для термообработки мышечных желудков птиц. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Романюк Н.Н., Басонов О.А., Просвирякова М.В., Фёдоров М.Е., Поручиков Д.В., Коршиков Д.Д. Патент на изобретение RU 2837276 C1, 28.03.2025. Заявка № 2024112577 от 07.05.2024.- EDN: XAKIMM.
21. Патент № 2831716 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023132692 : заявл. 05.12.2023 : опубл. 12.12.2024 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Е. В. Воронов, В. Ф. Сторчевой, М. Е. Фёдоров, Д. Д. Коршиков. – EDN DSKUBK.
22. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных : № 2023120303 : заявл. 01.08.2023 : опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN MBTIXI.
23. Тихонов, А. А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания / Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. - С. 64-71.- EDN: UNETJS.
24. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126-133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
25. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY.
26. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.
27. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
28. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
29. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
30. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
31. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
32. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5 (144). С. 57-71. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. - EDN: DESJSC.
33. СВЧ-установка непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 108-113. – EDN ZCQHSU.
34. СВЧ установка с нетрадиционными резонаторами для размораживания разогрева коровьего молозива в непрерывном режиме. Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Тихонов А.А., Казаков А.В. Патент на изобретение RU 2732722 C1, 22.09.2020. Заявка № 2020107761 от 19.02.2020. - EDN: LENKJD.
35. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.

УДК 636.92

Шамин Е.А.
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, г. Княгинино

ИННОВАЦИОННЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УСТАНОВКИ С ВЫСОКОДОБРОТНЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОТДЕЛЕНИЯ ПУХА ОТ ШКУРОК КРОЛИКОВ И ПОВЫШЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЫРЬЯ

Аннотация. Представлена комплексная переработка технологии отделения пуха от шкурок кроликов с применением электромагнитного поля сверхвысокой частоты 2450 МГц и длиной волны 12,24 см. Разработаны установки с высокодобротными объемными резонаторами, обеспечивающими равномерное распределение поля и снижение силы удерживаемости волосяных луковиц. Температура эндогенного нагрева мездры ограничивается диапазоном 35–40 °С, что предотвращает термическое повреждение кожи. Продолжительность первичной обработки после съема шкурок составляет до 2 часов для использования рассола или ферментированной смеси и более 2 часов при применении каменной соли. Внедрение многогенераторных схем с несколькими маломощными магнетронами позволяет увеличить производительность, снизить удельные энергозатраты и обеспечить электромагнитную безопасность оборудования.

Ключевые слова: сверхвысокочастотная обработка, электромагнитное поле, резонатор, кролиководство, пух, шкурки, микробиологическая безопасность, каменная соль, магнетрон, диэлектрический нагрев, технологическая линия, переработка сырья.

Современное развитие кролиководческих хозяйств требует пересмотра традиционных технологий переработки побочной продукции, в частности шкурок, обладающих ценным пуховым и кожевенным потенциалом. В большинстве фермерских хозяйств пух либо удаляется механическими способами с применением трудоемких операций, либо теряется в процессе хранения и первичной обработки. При этом биологическая структура кожи и эпидермиса после убоя быстро изменяется, что приводит к скукоживанию мездры, уплотнению дермальных слоев и увеличению силы удерживаемости волосяных луковиц. Данный фактор существенно усложняет отделение пуха и снижает его товарное качество.

Интенсификация процесса возможна при использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты, обеспечивающей избирательный диэлектрический нагрев структур, содержащих влагу и ионные компоненты. Принцип эндогенного тепловыделения в объёме сырья, реализованный в установках непрерывно-поточного действия с коническими резонаторами, подтверждает эффективность локального нагрева без перегрева поверхностных слоёв материала [1], [18], [35]. Аналогичные закономерности распределения плотности потока мощности выявлены при проектировании нестандартных резонаторных камер для плавления и измельчения жиросырья, где определяющим фактором выступает геометрия рабочей полости [2], [6].

Экспериментальные исследования процессов вытопки воска демонстрируют, что интенсивность теплогенерации напрямую связана с диэлектрическими потерями сырья и частотой электромагнитного поля [3], [26]. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопок подтверждает необходимость поддержания равномерной напряжённости поля в рабочем объёме для предотвращения локальных перегревов [4], [27]. В патентных решениях по вытопке пасечного воска показано, что сочетание электромагнитного и конвективного механизмов теплопередачи усиливает эффект структурного размягчения биологического материала [5], [30].

Расчёт эллипсоидных резонаторов непрерывного действия свидетельствует о возможности управления распределением мод колебаний за счёт изменения кривизны отражающих поверхностей [6], [31]. Обоснование параметров СВЧ-конвективных сушилок указывает на важность согласования мощности генератора с влагосодержанием сырья для достижения устойчивого режима эндогенного нагрева [7], [32]. Конструкции барабанных и полуцилиндрических резонаторов обеспечивают комбинированное воздействие электромагнитного поля и перемешивания материала, что способствует выравниванию температурного поля [8], [9], [12].

Применение сферических резонаторов в установках для вытопки жира подтверждает эффективность многомодового возбуждения поля при переработке высоковлажного сырья [10], [11]. Исследования сравнительной оценки резонаторных систем показывают, что увеличение числа источников излучения повышает однородность распределения электромагнитной энергии [12], [15]. Использование источников эндогенно-конвективного нагрева в многорезонаторных сушильных комплексах обеспечивает интенсификацию массопереноса при сохранении структуры продукта [13], [16].

Тороидальные и астроидальные резонаторы демонстрируют расширенный спектр возбуждаемых мод, что снижает вероятность образования стоячих волн с выраженными пучностями

[14], [33]. Многорезонаторные схемы компоновки рабочих камер позволяют регулировать дозу воздействия за счёт последовательного прохождения сырья через зоны различной интенсивности поля [15], [34]. Разработка непрерывно-поточных установок для извлечения жира из костей подтверждает универсальность метода диэлектрического нагрева для биологических тканей различной плотности [17], [19].

Интенсификация процессов плавления и сепарации жира при СВЧ-обработке объясняется ростом внутреннего давления влаги и разрушением межклеточных связей [20], [25]. Коаксиальные спиральные резонаторы обеспечивают увеличение длины пути распространения волны и более глубокое проникновение энергии в толщу перерабатываемого материала [21], [23]. Дополнительное воздействие электрофизических факторов в центробежных установках усиливает разрушение структур вторичного сырья и способствует ускоренному обеззараживанию [22], [28].

Моделирование электродинамических процессов в квазирезонаторах показывает, что изменение граничных условий возбуждения позволяет управлять коэффициентом отражения и минимизировать потери энергии [23], [31]. Установки с усечёнными коническими резонаторами демонстрируют стабильность распределения напряжённости электрического поля при переработке жиросодержащих отходов [24], [28]. Разработка СВЧ-оборудования для отходов убоя подтверждает возможность совмещения термообработки и обеззараживания в едином технологическом цикле [25], [29].

Теоретические исследования динамики нагрева воскового сырья выявили нелинейный характер изменения температуры в зависимости от влагосодержания и плотности потока мощности [26], [27]. Научно-технические основы проектирования установок с СВЧ-энергоподводом подчёркивают значимость комплексного учёта электродинамических и теплофизических параметров при создании оборудования для агропредприятий [31], [35]. Анализ конструкционных исполнений СВЧ-конвективных агрегатов подтверждает, что сочетание рациональной геометрии резонатора и регулируемой мощности генератора является ключевым условием интенсификации технологических процессов переработки биологического сырья [32], [33], [34].

В основе предлагаемой технологии лежит принцип эндогенного нагрева, при котором тепло образуется непосредственно в объеме биологической ткани вследствие взаимодействия переменного электрического поля с дипольными молекулами воды и растворенными солями. В отличие от традиционных контактных или конвективных методов, микроволновая обработка позволяет формировать температурные градиенты в глубине мездры и в зоне волосяных фолликулов без перегрева поверхностных слоев.

Ключевым элементом разработанных установок являются нетрадиционные объемные резонаторы с повышенной собственной добротностью. Добротность определяет способность резонатора аккумулировать электромагнитную энергию и поддерживать устойчивые колебательные режимы при минимальных потерях. Конфигурация рабочей камеры напрямую влияет на распределение напряженности электрического поля, плотность потока мощности и равномерность нагрева сырья. В ходе теоретических исследований получены математические зависимости динамики нагрева мездры при различных дозах воздействия, а также выражения, описывающие снижение силы удерживаемости волосяных луковиц в зависимости от времени и мощности облучения.

Особое внимание уделено моделированию распределения электромагнитного поля в объемах резонаторов различной формы. Использование усеченного конического резонатора позволило добиться более равномерного поля по сравнению с эллипсоидными и цилиндрическими аналогами. Геометрия усеченного конуса способствует перераспределению мод электромагнитных колебаний и уменьшает вероятность образования локальных максимумов интенсивности, вызывающих перегрев отдельных участков кожи.

Дополнительным фактором выравнивания поля является применение вращающегося диссектора, установленного вблизи излучателя магнетрона. В процессе вращения лопасти диссектора периодически возмущают структуру поля, изменяя соотношение амплитуд различных видов колебаний вблизи рабочей частоты 2450 МГц. Это приводит к статистическому усреднению распределения мощности и снижает влияние стоячих волн, характерных для закрытых резонаторных систем.

Принцип работы установки основан на совмещении механического воздействия и микроволнового нагрева. Шкурка натягивается мехом внутрь на фторопластовую правилку, выполненную в форме усеченного конуса и установленную на диэлектрическом валу. Вращение правилки обеспечивает равномерное взаимодействие поверхности мездры с кольцевым слоем каменной соли, засыпаемой в межстенное пространство резонатора. Каменная соль обладает гигроскопичностью и при нагреве в электромагнитном поле ускоряет процесс разрыхления мездры за счет локального повышения температуры и осмотического эффекта.

Если обработка проводится в течение первых двух часов после съема шкурки, целесообразно применять рассол или ферментированную смесь на основе ржаной муки, воды, дрожжей, горчичного порошка и соли. Такая композиция способствует биохимическому размягчению дермальных структур

и повышает эффективность диэлектрического нагрева за счет увеличения содержания полярных компонентов. В случае более длительного хранения шкурки предпочтительно использовать сухую каменную соль, предотвращающую скукоживание и восстанавливающую влагообменные процессы в ткани.

Многогенераторная схема с несколькими маломощными магнетронами позволяет варьировать суммарную мощность установки и регулировать дозу воздействия в зависимости от размеров и влажности сырья. Каждый генератор может функционировать независимо, что снижает вероятность резонансных перегрузок и облегчает обслуживание оборудования. При выходе из строя одного модуля установка сохраняет работоспособность, обеспечивая технологическую гибкость и сокращение простоев.

Критерии проектирования включают обеспечение электромагнитной безопасности, поддержание напряженности электрического поля выше критического уровня, при котором подавляется жизнеспособность вегетативных форм микроорганизмов, а также контроль температуры мездры в пределах, исключающих денатурацию белков кожи. Удаление влажного воздуха осуществляется через запредельные волноводы, предотвращающие утечку микроволнового излучения за пределы рабочей камеры.

Экспериментальные исследования подтвердили ускорение ослабления удерживаемости пуха при сохранении структуры кожевой ткани. При оптимальных режимах наблюдается равномерное отделение волокон без обрыва и механического повреждения. Пух после обработки характеризуется улучшенными органолептическими и микробиологическими показателями, что повышает его пригодность для текстильного и утеплительного производства.

Разработанная технологическая линия предусматривает последовательность операций от первичной подготовки шкурок до сбора пуха и дальнейшей переработки кожи в гранулированный белковый корм. Таким образом достигается комплексное использование сырья и повышение экономической эффективности кролиководческих хозяйств.

Перспективы развития технологии связаны с совершенствованием геометрии резонаторов, внедрением автоматизированных систем контроля температуры и мощности, а также адаптацией микроволновых установок к другим видам сельскохозяйственного сырья. Расширение области применения позволит использовать преимущества диэлектрического нагрева в процессах сушки, обеззараживания и структурной модификации биологических материалов.

Применение сверхвысокочастотных установок нового поколения формирует основу ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий переработки продукции животноводства. Комплексный подход, сочетающий физические методы воздействия, оптимизацию конструкционных параметров и учет биохимических особенностей сырья, обеспечивает устойчивое развитие малых и средних агропромышленных предприятий.

Развитие представленной технологии требует более глубокого рассмотрения физико-химических процессов, происходящих в структуре шкурки кролика при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Кожа животного представляет собой сложную биополимерную систему, основой которой является коллагеновый каркас, пронизанный сетью волосяных фолликулов, сальных и потовых желез. Внутри волосяной луковицы сосредоточено значительное количество влаги, белковых соединений и ионных компонентов, которые активно взаимодействуют с переменным электрическим полем.

При частоте 2450 МГц дипольные молекулы воды совершают колебательные движения с высокой скоростью, что приводит к внутреннему трению и выделению тепла. В отличие от традиционного нагрева, тепло образуется непосредственно в зоне наибольшей диэлектрической проницаемости, то есть в тех участках, где сосредоточены жидкие фракции и электролиты. Это обеспечивает локальное повышение температуры в области фолликулов без значительного перегрева плотных коллагеновых структур дермы.

Повышение температуры до 35–40 °C в сочетании с осмотическим действием соли или ферментированной смеси вызывает расширение пор, ослабление межклеточных связей и частичную денатурацию белковых комплексов, удерживающих волос в фолликуле. При этом важно сохранить структурную целостность кожи, поскольку чрезмерный нагрев свыше 45 °C может привести к необратимым изменениям коллагена и снижению прочностных характеристик полуфабриката.

Особое значение имеет динамика изменения влажности мездры. В процессе микроволновой обработки часть влаги испаряется, формируя паровую фазу, которая дополнительно разрыхляет структуру ткани. Однако чрезмерное обезвоживание нежелательно, так как снижает эффективность диэлектрического нагрева. Поэтому технологический режим предусматривает регулирование удельной мощности и времени воздействия с учетом исходной влажности сырья.

Математическое описание процесса основано на уравнении теплопроводности с внутренним источником тепла, пропорциональным плотности потока мощности электромагнитного поля. Коэффициент поглощения зависит от диэлектрических свойств ткани, которые изменяются по мере

нагрева и испарения влаги. Таким образом, процесс носит нелинейный характер, что требует использования адаптивных алгоритмов управления мощностью генераторов.

Рассмотрим влияние геометрии резонатора на распределение электромагнитной энергии. В цилиндрических камерах наблюдается выраженная интерференционная картина с образованием зон повышенной и пониженной интенсивности. Это приводит к неравномерному нагреву и необходимости механического перемещения сырья. В усеченном коническом резонаторе изменяющееся поперечное сечение способствует перераспределению мод колебаний и уменьшению амплитудных максимумов. Дополнительное вращение правилки создает пространственное усреднение, что повышает однородность обработки.

Вращающийся диссектор играет роль модулятора поля. Его лопасти периодически изменяют граничные условия возбуждения волн, создавая переменную структуру стоячих и бегущих компонент. Это снижает устойчивость локальных узлов и пучностей поля, способствуя более равномерному распределению плотности мощности. В совокупности с многогенераторной схемой достигается эффект статистического выравнивания нагрева.

С точки зрения микробиологической безопасности микроволновая обработка обладает двойным эффектом. Во-первых, повышенная напряженность электрического поля нарушает мембранный потенциал клеток микроорганизмов, снижая их жизнеспособность. Во-вторых, умеренное термическое воздействие ускоряет инактивацию вегетативных форм бактерий. В отличие от традиционной тепловой стерилизации, процесс проходит при более низких температурах и в более короткие сроки, что минимизирует повреждение органических компонентов сырья.

Экономический анализ внедрения установки показывает, что сокращение времени отделения пуха и снижение трудоемкости операций позволяют увеличить производительность хозяйства без расширения штата работников. Дополнительным преимуществом является повышение выхода товарного пуха за счет уменьшения механических повреждений и потерь. Комплексная переработка кожи в гранулированный белковый корм обеспечивает дополнительный источник дохода и снижает объем отходов.

В условиях малых фермерских хозяйств важным фактором является энергопотребление оборудования. Применение маломощных магнетронов с воздушным охлаждением позволяет отказаться от сложных систем водяного охлаждения и уменьшить эксплуатационные затраты. Возможность поочередного включения генераторов обеспечивает гибкость в регулировании нагрузки и адаптацию к различным объемам перерабатываемого сырья.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка автоматизированной системы управления, основанной на датчиках температуры и влажности, размещенных в рабочей камере. Сигналы с датчиков могут использоваться для корректировки мощности в режиме реального времени, обеспечивая стабильность технологических параметров. Дополнительно возможно внедрение спектрального контроля состояния мездры для определения степени разрыхления и готовности к отделению пуха.

Еще одним направлением совершенствования является оптимизация состава ферментированной смеси для парных шкурок. Подбор концентрации соли, активности дрожжей и содержания органических кислот позволяет регулировать скорость биохимических процессов и повысить эффективность совместного действия с электромагнитным полем. В этом случае достигается синергетический эффект, при котором суммарное ослабление удерживаемости превышает результат отдельных воздействий.

С экологической точки зрения микроволновая технология характеризуется отсутствием прямого контакта с открытым пламенем и минимальным выбросом вредных веществ. Удаляемый влажный воздух проходит через систему запредельных волноводов, предотвращающих утечку излучения. Это обеспечивает соответствие санитарным и радиотехническим нормам безопасности.

Социально-экономическая значимость разработки заключается в создании условий для более полного использования сырьевого потенциала кролиководства. Повышение рентабельности переработки шкурок стимулирует развитие малых форм хозяйствования, способствует созданию рабочих мест и формированию локальных производственных цепочек.

Комплексное применение сверхвысокочастотных установок с высокодобротными резонаторами открывает новые возможности для интенсификации технологических процессов в агропромышленном комплексе. Совмещение физических методов воздействия, продуманной геометрии рабочих камер и адаптивного управления режимами обработки обеспечивает качественное отделение пуха, сохранность кожевой ткани и повышение микробиологической безопасности продукции. Дальнейшее развитие данного направления позволит расширить спектр обрабатываемого сырья и интегрировать микроволновые технологии в современные ресурсосберегающие производственные системы.

Список литературы

1. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для

размораживания и разогрева коровьего молозива/ Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.
2. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
3. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.
4. Шевелев, А.В. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки / А.В. Ше-велев, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, Н.К. Кириллов, Г.М. Тобоев // Аграрная наука. -2022. - № 11. - С. 88-93. - DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93. - EDN: NHLBPI.
5. Способ вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П. Патент на изобретение RU 2789490 C1, 03.02.2023. Заявка № 2022111579 от 28.04.2022. - EDN: OAHGJL.
6. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.
7. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
8. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
9. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
10. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
11. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
12. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY
13. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
14. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
15. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
16. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
17. Патент № 2825331 C1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных : № 2023120303 : заявл. 01.08.2023 : опубл. 26.08.2024 / А. А. Тихонов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет". – EDN MBTIXI.
18. Патент № 2831716 C1 Российская Федерация. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме : № 2023132692 : заявл. 05.12.2023 : опубл. 12.12.2024 / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, Е. В. Воронов, В. Ф. Сторчевой, М. Е. Фёдоров, Д. Д. Коршиков. – EDN DSKUBK.
19. Тихонов, А. А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания / Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. - С. 64-71.- EDN: UNETJS.

20. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96-105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
21. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
22. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
23. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
24. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
25. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
26. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 6(133). – С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. – EDN CNOBQC.
27. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 46-56. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. – EDN RQTNRO.
28. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
29. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
30. Prosviryakova, M. V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. -2022. - V. 1052, No. 1. - P. 012141. - DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. - EDN PQSPZC.
31. Новикова, Г.В. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
32. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. - 2022. - № 11 (138). - С. 45-56. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. - EDN: VVQODQ.
33. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. - 2023. - № 5 (144). - С. 57-71. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. - EDN: DESJSC.
34. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.
35. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. А. Тараканов, А. А. Тихонов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 2(105). – С. 45-55. – EDN OVQATU.

УДК 336

Лоскутов А. А., Смирнов А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РЕГИОНАЛЬНЫЕ НАЛОГИ: АНАЛИЗ РЕФОРМ 2026 ГОДА И ПРОГНОЗ ДЛЯ УФНС ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Статья анализирует значительные изменения в системе налогообложения с 2026 года и произведен прогноз будущих тенденций в деятельности региональных налоговых органов, основанные на анализе практики управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл. С 2026 года налог на игорный бизнес стал федеральным, а региональные налоги сократились до двух: на имущество и транспорт. По транспортному налогу введены льготы для сельскохозяйственной техники и освобождение от уплаты для некоторых граждан. С 2027 года налоговые органы перестанут принимать уведомления о налоге на имущество. Прогнозируется рост ставок региональных налогов и расширение полномочий налоговых органов. Внедряется цифровая трансформация: автоматизация данных из Росреестра и ГИБДД, создание Единой цифровой карты и Единого государственного реестра недвижимости, что повысит эффективность налогового администрирования.

Ключевые слова: налоговая система, налог на имущество организаций, региональные налоги, транспортный налог, налоговая ставка, прогнозирование, налог на игорный бизнес

Налоговая система Российской Федерации функционирует на трех уровнях: федеральном, региональном и местном. Региональные налоги включают в себя два вида обязательств: налог на имущество организаций и транспортный налог.

С 1 января 2026 года в Российской Федерации была проведена одна из наиболее значительных налоговых реформ в текущем столетии. В рамках данной реформы были внесены изменения в ряд ключевых налоговых механизмов, включая налог на добавленную стоимость (НДС), упрощенную систему налогообложения (УСН), страховые взносы, налог на доходы физических лиц (НДФЛ) и региональные налоги.

В структуре региональных налогов с 2026 года произошло значительное изменение: налог на игорный бизнес был переведен из категории региональных налогов в категорию федеральных налогов. Налог будет автоматически применяться на всей территории Российской Федерации без необходимости принятия региональных законодательных актов. Глава 25.5 Налогового кодекса Российской Федерации будет введена в действие для регулирования данного вопроса, заменяя главу 29 Налогового кодекса. Установлены унифицированные налоговые ставки, которые будут действовать единообразно на всей территории страны.

Внесены изменения в порядок налогообложения и предоставления льгот по транспортному налогу. С 2026 года расширены категории лиц, имеющих право на льготы. В частности, Герои Российской Федерации и Советского Союза, кавалеры ордена Славы трех степеней, ветераны боевых действий и участники специальной военной операции, а также их близкие родственники освобождаются от уплаты транспортного налога в отношении одного транспортного средства, исходя из максимальной исчисленной суммы налога.

В отношении сельскохозяйственной техники также были введены новые льготные возможности для освобождения от налогообложения. Эти льготы распространяются на тракторы, комбайны и самоходные машины, используемые для транспортировки и внесения удобрений.

В отношении налога на имущество следует отметить, что в 2026 году значительных изменений в механизме его функционирования не предусмотрено. Однако с 2027 года отменяется обязанность налогоплательщиков уведомлять налоговые органы о начисленных суммах имущественных налогов. С этого момента Федеральная налоговая служба будет осуществлять расчеты самостоятельно, используя данные, полученные из регистрирующих органов.

Проведя анализ трансформаций в налоговой системе, включая изменения в региональных налоговых ставках, начавшие действовать с 2026 года, возможно осуществить прогнозирование будущих тенденций и модификаций в функционировании механизма региональных налогов. В качестве примера рассмотрим деятельность региональных налоговых органов на примере Управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл. Общие тенденции изменений в механизме функционирования региональных налоговых органов включают:

1. В связи с ростом бюджетных расходов, в том числе включая расходы в Республике Марий Эл как пример, вероятно, будет произведен пересмотр и возможное увеличение налоговых ставок по региональным налогам, а также расширение полномочий региональных налоговых органов. Поскольку все поступления от региональных налогов направляются в бюджет региона, данные меры

направлены на обеспечение финансовой устойчивости и выполнение обязательств региональных властей.

2. Процесс цифровой авторизации. Федеральная налоговая служба будет стремиться к обеспечению максимальной плавности и эффективности изменений в администрировании. Это предполагает значительное автоматизирование процесса подачи отчетности по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИО) и транспортным средствам (ТН), а также интеграцию данных из Росреестра и ГИБДД. В 2026 году Федеральная налоговая служба Российской Федерации планирует реализовать концепцию «бесшовного администрирования» региональных налогов. Данная инициатива предусматривает переход от традиционной системы декларирования к автоматизированным методам управления налоговыми процессами. В рамках анализа данной тенденции следует рассмотреть её проявление в контексте функционирования системы региональных налогов. Основное внимание уделяется переходу от традиционного декларационного подхода к администрированию к более современным автоматизированным методам управления налоговыми обязательствами. Рассмотрим на примере республики Марий Эл:

1. Принципы бесшовного администрирования;
2. Автоматизация посредством данных Росреестра (влияние на налоговое администрирование);

а. Внедрение Единой цифровой карты (ЕЦК) и Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН);

б. Кадастровая оценка и создание виртуальных моделей объектов;

3. Автоматизация на основе данных ГИБДД (воздействие на транспортный налог);

а. Оперативное получение данных о регистрации транспортных средств;

б. Учёт качественных характеристик;

4. Общие результаты для субъектов федерации и налогоплательщиков.

Таким образом, вышеуказанные тенденции, вероятно, будут интегрированы в функционирование региональных налоговых органов в будущем, включая Управление Федеральной налоговой службы (УФНС) Российской Федерации по Республике Марий Эл.

В настоящей научной статье проведен анализ значительных изменений в системе налогообложения, вступающих в силу с 2026 года, включая преобразования в механизме функционирования региональных налогов. Основное внимание уделено переводу налога на игорный бизнес с регионального уровня на федеральный, что привело к сокращению числа региональных налогов до двух: налога на имущество организаций и транспортного налога.

Кроме того, в статье представлены прогнозы относительно будущих тенденций в деятельности региональных налоговых органов, основанные на анализе практики управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл.

Список литературы

1. Балацкий Н. И. Влияние кадастровой оценки на налоговую нагрузку организаций: региональный аспект. // Экономический анализ: теория и практика. — 2024. — №. 13(1). — С. 78–92.
2. Бартенев С. В. Транспортный налог и вопросы «зеленой» экономики: региональные стимулы для развития электротранспорта // Налоги. — 2023. — №. 4. — С. 30–38.
3. Григорьев, Е. И. Совершенствование администрирования налога на имущество организаций в условиях единого налогового счета и проактивного контроля // Финансовое право и развитие. — 2023. — №. 4. — С. 110–125.
4. Журавлева, Н. А. Транспортный налог как инструмент региональной фискальной политики: оценка эффективности // Вестник МГУ. Серия 6. Экономика. — 2022. — №. 5. — С. 115–128.
5. Коровин, А. М. Влияние единого налогового счета (ЕНС) на администрирование региональных налогов: уроки первых лет // Налоговое администрирование. — 2024. — №. 2. — С. 10–22.
6. Маслова, Е. В. Налог на имущество организаций как инструмент стимулирования инвестиционной активности в субъектах РФ // Региональная экономика: теория и практика. — 2022. — №. 20(9). — С. 1450–1464.
7. Попова, О. В. Расширение полномочий регионов в сфере налогового регулирования: конституционные и экономические ограничения // Финансовое право. — 2022. — №. 11. — С. 55–64.
8. Романовский, М. В., Ефимов, А. В. Проблемы перехода на налог на имущество, исходя из кадастровой стоимости, для отдельных объектов // Налоговый вестник. — 2021. — №. 6. — С. 25–34.
9. Саркисов, А. Х. Анализ законодательных инициатив по отмене транспортного налога и замене его альтернативными сборами // Финансы и кредит. — 2024. — №. 30(2). — С. 450–465.
10. Фадейчева, А. В. Бюджетная роль имущественных налогов в условиях децентрализации и централизации налоговых поступлений // Ученые записки Российской академии предпринимательства. — 2023. — №. 16(2). — С. 88–101.

УДК 637.54:621.365.5

Тихонов А.А.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПТИЦЕВОДСТВА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы эффективной переработки жиросодержащего сырья птицеводства диэлектрическим нагревом - на основе применения электротехнологических методов термической обработки. Особое внимание уделено использованию электромагнитного поля сверхвысокой частоты для интенсификации процессов вытопки жира и обеззараживания вторичных ресурсов птицепереработки. Представлены результаты исследований, подтверждающие возможность повышения выхода готовой продукции и снижения удельных энергозатрат при переработке сырья птицеводства. Показано, что применение СВЧ-энергоподвода обеспечивает сокращение продолжительности технологического процесса и повышение микробиологической безопасности получаемого продукта. Полученные результаты могут быть использованы при разработке энергоэффективных технологий комплексной переработки продукции птицеводства.

Ключевые слова: переработка продукции птицеводства, жиросодержащее сырьё, вторичные ресурсы птицеводства, СВЧ-обработка, электротехнологии, диэлектрический нагрев, вытопка жира, термическая обработка, куриный жир, обеззараживание, энергоэффективность

Выполненные исследования были направлены на разработку эффективных способов переработки вторичного сырья птицеводства, основанных на принципах комплексного использования ресурсов и применении электротехнологических методов теплового воздействия с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. При переработке жиросодержащего сырья птицеводства использовались результаты исследований по разработке СВЧ-установок для термообработки жиросодержащего сырья и радиоволновых методов обработки биологических отходов, а также данные по применению электрофизических факторов при обработке сельскохозяйственного сырья [1; 2; 3]. При выборе режимов обеззараживания и конструктивных параметров оборудования учитывались разработки установок непрерывного действия для обработки сыпучего сырья, а также исследования процессов плавления органического сырья в СВЧ-поле и особенности рабочих камер установок [4; 5; 6]. При обосновании параметров обработки сырья птицеводства использовались данные по СВЧ-обеззараживанию зерновых материалов и результаты исследований резонаторных систем установок для термообработки сырья различного происхождения [7; 8; 9]. При разработке технологических решений переработки продукции птицеводства учитывались исследования оборудования для первичной обработки птицы и технологические основы переработки жиросодержащего сырья животного происхождения [10; 11; 12]. При формировании технологической схемы переработки сырья птицеводства использовались разработки операционно-технологических процессов переработки мягких отходов животного происхождения и конструкции СВЧ-установок различного назначения [13; 14; 15]. При исследовании процессов термообработки жиросодержащего сырья птицеводства использовались результаты разработки СВЧ-установок для обеззараживания отходов убоя животных и термообработки вторичного мясного сырья [16; 17; 18]. При обосновании конструктивных параметров оборудования учитывались исследования резонаторных систем и разработки СВЧ-установок для переработки вторичного мясного сырья и мясокостных конфискатов [19; 20; 21]. При выборе режимов непрерывной переработки сырья птицеводства использовались разработки СВЧ-установок для обработки жиросодержащих отходов убоя животных и высокотемпературного формования биологического сырья [22; 23; 24]. При анализе энергетических параметров процесса учитывались исследования СВЧ-конвективных сушильных установок и их конструктивных особенностей [25; 26; 27]. При разработке электротехнологических установок переработки продукции птицеводства использовались исследования параметров резонаторных систем и конструктивных исполнений СВЧ-установок [28; 29; 30]. При выборе конструктивных решений оборудования учитывались разработки установок для термообработки жиросодержащих отходов и непрерывной вытопки жира из вторичного сырья [31; 32; 33]. При формировании научных основ переработки продукции птицеводства использовались исследования особенностей разработки СВЧ-установок и обоснования их структурно-технологических параметров [34; 35].

Современное развитие птицеводства сопровождается устойчивым увеличением объёмов производства мяса птицы и продуктов его переработки, что приводит к значительному росту количества вторичных ресурсов, образующихся при убое и первичной переработке птицы. Рациональное использование этих ресурсов является одной из ключевых задач агропромышленного комплекса, поскольку значительная часть отходов птицепереработки содержит ценные белковые и

жировые компоненты, пригодные для дальнейшего использования в пищевой, кормовой и технической промышленности. Среди вторичных продуктов переработки птицы особое место занимает жиросодержащее сырьё, включающее подкожный и внутренний жир, жировые обрезки, а также смеси мягких тканей, образующиеся при разделке тушек. Эти виды сырья характеризуются высокой энергетической ценностью и могут рассматриваться как важный источник жировых продуктов, однако их эффективная переработка требует применения специализированных технологических методов, обеспечивающих санитарную безопасность и стабильность при хранении.

В условиях современных птицеперерабатывающих предприятий переработка жиросодержащего сырья часто осуществляется с использованием традиционных тепловых технологий, основанных на длительном нагреве при повышенных температурах. Такие методы позволяют обеспечить вытопку жира и частичное обеззараживание сырья, однако отличаются высокой энергоёмкостью и значительной продолжительностью технологического цикла. При длительном нагреве происходит ухудшение органолептических показателей жира, усиливаются процессы окисления липидов и возрастает вероятность образования продуктов термического разложения. Особенно заметны указанные недостатки при переработке небольших партий сырья и в условиях малых и средних предприятий, где применение крупногабаритного оборудования экономически нецелесообразно. В связи с этим возникает необходимость разработки энергоэффективных технологий переработки продукции птицеводства, обеспечивающих высокую степень использования вторичных ресурсов при минимальных затратах энергии.

Жиросодержащее сырьё птицеводства представляет собой сложную дисперсную систему, включающую жидкую жировую фазу, влагу и твёрдые белковые компоненты. Микробиологическая обсеменённость такого сырья формируется на стадиях убоя птицы, охлаждения тушек, транспортирования и разделки. Наличие влаги и растворимых питательных веществ создаёт благоприятные условия для развития микроорганизмов, что приводит к быстрому ухудшению качества сырья при хранении. При этом микробная контаминация жиросодержащих продуктов птицеводства может достигать значительных значений уже через несколько часов после получения сырья, что требует проведения своевременной термической обработки. Обеспечение микробиологической стабильности куриного жира является необходимым условием его дальнейшего использования в пищевых технологиях и кормопроизводстве.

Одним из перспективных направлений переработки продукции птицеводства является применение электротехнологических методов нагрева, основанных на использовании электромагнитных полей сверхвысокой частоты. В отличие от традиционных способов нагрева, при которых передача тепла осуществляется от нагретых поверхностей к внутренним слоям продукта, СВЧ-обработка обеспечивает объёмный подвод энергии непосредственно в толщу материала. Это приводит к ускорению процессов нагрева и сокращению продолжительности технологического воздействия. Для жиросодержащего сырья птицеводства использование СВЧ-энергии особенно эффективно, поскольку жировая фаза обладает достаточно высокими диэлектрическими потерями при рабочих частотах микроволнового диапазона, что обеспечивает интенсивное преобразование электромагнитной энергии в тепловую.

Применение СВЧ-обработки при переработке продукции птицеводства позволяет совмещать процессы вытопки жира и микробиологической стабилизации в одном технологическом цикле. В процессе обработки происходит плавление жировой фазы и разрушение клеточных структур тканей, что способствует более полному отделению жидкого жира от твёрдых компонентов. Одновременно достигается инактивация значительной части микрофлоры за счёт повышения температуры продукта до значений, достаточных для подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Сокращение продолжительности обработки способствует снижению интенсивности окислительных процессов и позволяет сохранять более высокое качество получаемого жира.

Особое значение при переработке продукции птицеводства имеет обеспечение равномерности нагрева жиросодержащего сырья. При неравномерном распределении температуры в объёме продукта возможны зоны недостаточного прогрева, в которых сохраняется жизнеспособная микрофлора. Одновременно формируются локальные участки перегрева, что приводит к ухудшению качества жира и увеличению энергозатрат. Неравномерность нагрева является характерной особенностью многих СВЧ-установок и связана с особенностями формирования электромагнитного поля в рабочем объёме резонатора. При неблагоприятных условиях в резонаторе возникают стоячие волны, приводящие к образованию локальных максимумов и минимумов напряжённости электрического поля. В результате плотность подводимой мощности распределяется неравномерно, что непосредственно отражается на температурном поле продукта.

Повышение эффективности переработки продукции птицеводства требует управления пространственным распределением электромагнитного поля в рабочем объёме СВЧ-установки. Одним из эффективных способов решения этой задачи является применение фазовой коррекции электромагнитного поля с использованием диэлектрических отражателей. Использование керамических элементов позволяет изменять фазовые соотношения между падающими и

отражёнными волнами и тем самым регулировать распределение плотности потока энергии в объёме обрабатываемого сырья. В отличие от металлических отражателей диэлектрические элементы обладают способностью формировать дополнительный фазовый сдвиг электромагнитной волны, величина которого определяется диэлектрической проницаемостью материала и геометрическими параметрами отражающей поверхности.

Керамические отражатели представляют собой перспективный элемент электротехнологических установок для переработки продукции птицеводства благодаря сочетанию высоких эксплуатационных характеристик и гигиенической безопасности. Пищевая керамика устойчива к воздействию высоких температур и электромагнитных полей, обладает низкой пористостью и не выделяет вредных веществ при нагреве. Использование керамических элементов позволяет реализовать управляемое формирование электромагнитного поля без усложнения конструкции установки и без увеличения установленной мощности генераторов.

При рабочей частоте 2450 МГц длина электромагнитной волны в воздухе составляет порядка двенадцати сантиметров, тогда как в керамических материалах она уменьшается в несколько раз вследствие повышенной диэлектрической проницаемости. Это позволяет получать значительный фазовый сдвиг отражённой волны даже при относительно небольшой толщине керамического элемента. Управление фазовым сдвигом создаёт условия для перераспределения электромагнитной энергии в рабочем объёме установки и повышения равномерности нагрева жиросодержащего сырья птицеводства.

Разработка энергоэффективных технологий переработки продукции птицеводства требует комплексного учёта физических свойств сырья, параметров электромагнитного поля и конструктивных особенностей электротехнологических установок. Жиросодержащее сырьё птицеводства характеризуется выраженной неоднородностью состава и изменением диэлектрических свойств в процессе нагрева. По мере плавления жировой фазы уменьшается содержание твёрдых компонентов и изменяется распределение влаги, что приводит к изменению коэффициента поглощения электромагнитной энергии. Эти особенности необходимо учитывать при выборе режимов обработки и проектировании рабочих камер СВЧ-установок.

Важным преимуществом электротехнологических методов переработки продукции птицеводства является возможность точного регулирования параметров технологического процесса. Изменение удельной подведённой мощности и продолжительности обработки позволяет управлять температурным режимом и степенью микробиологической стабилизации продукта. Дополнительное регулирование фазовых характеристик электромагнитного поля расширяет возможности управления процессом и позволяет достигать требуемых показателей качества при минимальных энергозатратах.

Применение электротехнологических установок для переработки жиросодержащего сырья птицеводства открывает возможности для создания компактных технологических линий, ориентированных на переработку вторичных ресурсов непосредственно на предприятиях. Это позволяет сократить затраты на транспортирование отходов и повысить степень их использования. Комплексная переработка продукции птицеводства способствует снижению экологической нагрузки и повышению экономической эффективности производства.

Проведённые исследования направлены на повышение эффективности переработки жиросодержащего сырья птицеводства путём совершенствования электротехнологических методов термообработки и управления фазовой структурой электромагнитного поля. Особое внимание уделено обеспечению санитарной безопасности куриного жира и снижению удельных энергозатрат при его переработке.

Переработка жиросодержащего сырья птицеводства начинается с подготовки исходного материала, включающей сортировку, удаление посторонних включений и измельчение тканей до размеров, обеспечивающих равномерный прогрев в процессе термического воздействия. На птицеперерабатывающих предприятиях жиросырьё образуется в виде смеси подкожного жира, внутреннего жира, жировых обрезков, фрагментов кожи и мягких тканей. В большинстве случаев такое сырьё характеризуется значительным содержанием влаги и белковых компонентов, что определяет особенности его поведения при нагреве. При повышении температуры происходит постепенное разрушение клеточных структур тканей, сопровождающееся выделением жидкой жировой фазы и испарением части влаги. Интенсивность указанных процессов зависит от скорости нагрева и равномерности распределения температуры в объёме продукта. Чем быстрее осуществляется нагрев и чем более равномерным является температурное поле, тем выше выход жидкого жира и тем меньше потери питательных веществ.

Особенностью жиросодержащего сырья птицеводства является сравнительно низкая температура плавления жировой фазы. Это обстоятельство создаёт благоприятные условия для применения ускоренных методов нагрева, позволяющих обеспечить плавление жира при относительно невысоких температурах без существенного ухудшения качества продукта. При традиционных способах вытопки сырьё длительное время находится при повышенной температуре, что приводит к усилению процессов гидролиза и окисления липидов. В результате увеличивается

кислотное число жира и ухудшаются его органолептические показатели. Использование ускоренных методов нагрева позволяет сократить время пребывания продукта при высоких температурах и тем самым сохранить более высокое качество получаемого жира.

В процессе переработки продукции птицеводства важное значение имеет микробиологическое состояние исходного сырья. Жиросодержащее сырьё птицы содержит значительное количество микроорганизмов, попадающих на поверхность тканей при убое и разделке тушек. Основную часть микрофлоры составляют мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, а также бактерии группы кишечной палочки. При хранении сырья без обработки происходит интенсивное развитие микроорганизмов, сопровождающееся накоплением продуктов жизнедеятельности и ухудшением качества жира. Поэтому переработка жиросодержащего сырья птицеводства должна проводиться в возможно более короткие сроки после его получения. При невозможности немедленной переработки требуется охлаждение сырья, однако даже при пониженных температурах полностью предотвратить развитие микрофлоры невозможно.

Применение электротехнологических методов переработки продукции птицеводства позволяет значительно сократить продолжительность технологического цикла и тем самым снизить вероятность микробиологической порчи сырья. При воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты нагрев осуществляется одновременно во всём объёме продукта, что обеспечивает быстрое достижение температур, необходимых для инактивации микроорганизмов. Повышение температуры сопровождается денатурацией белков клеточных структур микроорганизмов и нарушением их ферментативной активности. В результате резко снижается численность микрофлоры и повышается устойчивость жира при хранении.

В процессе СВЧ-обработки жиросодержащего сырья птицеводства наблюдается характерное изменение структуры материала. На начальной стадии нагрева происходит повышение температуры влаги, содержащейся в тканях, что приводит к увеличению давления водяного пара внутри клеток. Это способствует разрушению клеточных оболочек и облегчает выделение жировой фазы. По мере дальнейшего нагрева увеличивается доля жидкого жира, который заполняет межклеточные пространства и постепенно отделяется от твёрдых компонентов. Образующаяся жидкая фаза обладает меньшей вязкостью по сравнению с исходным сырьём, что облегчает её отделение при последующей фильтрации или отстаивании.

Важной особенностью переработки продукции птицеводства является необходимость получения жира, пригодного для дальнейшего использования в различных технологических процессах. Куриный жир может применяться при производстве пищевых продуктов, комбикормов, а также в технических целях. Для обеспечения возможности такого использования необходимо соблюдать определённые требования к качеству продукта, включая показатели кислотности, влажности и микробиологической чистоты. Использование СВЧ-обработки позволяет получать жир с относительно низким содержанием влаги, поскольку часть влаги удаляется в процессе нагрева. Одновременно достигается снижение микробной обсеменённости, что способствует увеличению срока хранения продукта.

Одним из важных факторов, определяющих эффективность переработки жиросодержащего сырья птицеводства, является равномерность распределения температуры в объёме продукта. При недостаточно равномерном нагреве возможны участки сырья, не достигшие температур, обеспечивающих необходимую степень обеззараживания. В то же время локальный перегрев отдельных зон приводит к ухудшению качества жира и увеличению энергозатрат. Для обеспечения равномерного нагрева необходимо учитывать особенности взаимодействия электромагнитного поля с биологическим сырьём и использовать конструктивные решения, обеспечивающие перераспределение электромагнитной энергии в рабочем объёме установки.

В ходе исследований переработки продукции птицеводства установлено, что значительное влияние на равномерность нагрева оказывает геометрия рабочей камеры электротехнологической установки. При неблагоприятных соотношениях размеров камеры и длины электромагнитной волны формируются устойчивые зоны повышенной и пониженной напряжённости электрического поля. В таких условиях даже при достаточной средней мощности подводимой энергии невозможно обеспечить равномерный прогрев всего объёма сырья. Для устранения указанного недостатка применяются различные способы изменения структуры электромагнитного поля, включая использование отражающих и рассеивающих элементов.

Особое значение при переработке жиросодержащего сырья птицеводства имеет применение диэлектрических элементов, позволяющих изменять фазовые характеристики электромагнитных волн. Введение диэлектрических отражателей в рабочий объём установки приводит к изменению условий распространения волн и способствует выравниванию распределения плотности мощности. При правильном выборе параметров диэлектрических элементов достигается более равномерный нагрев продукта без увеличения установленной мощности генераторов. Это позволяет снизить удельные энергозатраты и повысить эффективность переработки продукции птицеводства.

В процессе экспериментальных исследований переработки жиросодержащего сырья птицеводства проводилась оценка температурных режимов обработки и степени микробиологической стабилизации получаемого жира. Установлено, что повышение температуры продукта до значений порядка 80–100 °C обеспечивает существенное снижение общей бактериальной обсеменённости. При этом дальнейшее увеличение температуры приводит к относительно небольшому дополнительному снижению численности микроорганизмов, но сопровождается ухудшением качества жира. Поэтому оптимальные режимы обработки должны обеспечивать достижение температур, достаточных для микробиологической стабилизации, при минимальном времени воздействия.

Полученные результаты показывают, что использование электротехнологических методов переработки продукции птицеводства позволяет существенно повысить выход жидкого жира по сравнению с традиционными способами вытопки. Это объясняется более интенсивным разрушением клеточных структур тканей и более полным отделением жировой фазы. Дополнительным преимуществом является снижение продолжительности технологического процесса, что уменьшает тепловое воздействие на продукт и способствует сохранению его качества.

В ходе исследований установлено, что переработка жиросодержащего сырья птицеводства с использованием СВЧ-энергии характеризуется относительно стабильными энергетическими показателями. Удельные энергозатраты зависят от исходной температуры сырья, его влажности и продолжительности обработки. При переработке охлаждённого сырья энергозатраты несколько выше по сравнению с переработкой сырья, имеющего температуру окружающей среды, однако в обоих случаях они оказываются ниже по сравнению с традиционными способами вытопки жира. Снижение энергозатрат достигается за счёт более эффективного использования подводимой энергии и уменьшения тепловых потерь.

Полученные экспериментальные данные подтверждают возможность эффективной переработки жиросодержащего сырья птицеводства в компактных электротехнологических установках. Использование таких установок позволяет организовать переработку вторичных ресурсов непосредственно на птицеперерабатывающих предприятиях без необходимости транспортирования сырья на специализированные перерабатывающие предприятия. Это особенно важно для предприятий малой и средней мощности, где объёмы образующихся отходов недостаточны для экономически эффективной работы крупных перерабатывающих комплексов.

Применение электротехнологических методов переработки продукции птицеводства способствует повышению уровня комплексного использования сырья и снижению количества отходов, подлежащих утилизации. Одновременно уменьшается экологическая нагрузка на окружающую среду, связанная с накоплением органических отходов. Получаемые продукты переработки могут использоваться в различных направлениях, что повышает экономическую эффективность птицеперерабатывающих предприятий.

Дальнейшее развитие технологий переработки продукции птицеводства связано с созданием энергоэффективных установок, обеспечивающих стабильные показатели качества получаемых продуктов при минимальных эксплуатационных затратах. Одним из важнейших направлений совершенствования переработки жиросодержащего сырья птицеводства является оптимизация режимов термического воздействия, позволяющая обеспечить сочетание высокой производительности и требуемого уровня микробиологической безопасности. Рациональный выбор параметров обработки позволяет получать куриный жир с устойчивыми физико-химическими показателями и низкой микробной обсеменённостью, что значительно расширяет возможности его дальнейшего использования.

В процессе переработки продукции птицеводства существенное значение имеет стабильность технологического процесса. Колебания параметров обработки могут приводить к изменению качества получаемого жира и снижению эффективности переработки сырья. Использование электротехнологических установок позволяет поддерживать заданные режимы обработки с высокой точностью благодаря возможности регулирования подводимой мощности и продолжительности воздействия. Это обеспечивает воспроизводимость результатов переработки и позволяет получать продукт с заданными характеристиками независимо от колебаний свойств исходного сырья.

Жиросодержащее сырьё птицеводства характеризуется значительной изменчивостью состава, обусловленной различиями в породах птицы, условиях выращивания и особенностях кормления. Содержание жира и влаги может изменяться в широких пределах, что влияет на тепловые и диэлектрические свойства материала. В связи с этим технологические процессы переработки продукции птицеводства должны быть адаптированы к изменяющимся характеристикам сырья. Применение электротехнологических методов обработки обеспечивает необходимые возможности для регулирования режимов нагрева и позволяет учитывать особенности конкретных партий сырья.

Одним из важных преимуществ электротехнологических методов переработки продукции птицеводства является возможность их использования в технологических линиях различной производительности. Компактность электротехнологических установок позволяет размещать их непосредственно в производственных помещениях птицеперерабатывающих предприятий. Это

создаёт условия для переработки вторичных ресурсов без значительных капитальных затрат и без необходимости строительства специализированных перерабатывающих комплексов. Организация переработки жиросодержащего сырья непосредственно на предприятиях способствует повышению уровня использования вторичных ресурсов и снижению затрат на их транспортирование.

Переработка жиросодержащего сырья птицеводства с использованием электротехнологических методов позволяет получать несколько видов продукции, пригодных для дальнейшего использования. Основным продуктом переработки является куриный жир, представляющий собой высококалорийный продукт с хорошими технологическими свойствами. В зависимости от условий переработки он может использоваться в пищевой промышленности, кормопроизводстве или технических целях. Дополнительным продуктом переработки являются обезжиренные твёрдые остатки, содержащие значительное количество белковых веществ. После соответствующей обработки они могут использоваться в качестве компонента кормов для сельскохозяйственных животных.

Комплексная переработка продукции птицеводства обеспечивает более полное использование исходного сырья и позволяет получать дополнительную продукцию без увеличения объёмов выращивания птицы. Это способствует повышению эффективности использования природных ресурсов и снижению себестоимости продукции птицеводства. Одновременно уменьшается количество отходов, подлежащих утилизации, что положительно сказывается на экологической обстановке в районах размещения птицеперерабатывающих предприятий.

Важным фактором, определяющим эффективность переработки жиросодержащего сырья птицеводства, является энергетическая эффективность технологического процесса. При использовании традиционных способов вытопки значительная часть подводимой тепловой энергии теряется в окружающую среду, что приводит к увеличению энергозатрат. Электротехнологические методы переработки позволяют существенно сократить тепловые потери благодаря объёмному подведению энергии непосредственно в продукт. Это обеспечивает более высокий коэффициент использования энергии и позволяет снизить удельные энергозатраты на переработку сырья.

Дополнительным преимуществом переработки продукции птицеводства с использованием электромагнитных полей сверхвысокой частоты является возможность сокращения продолжительности технологического цикла. Быстрое достижение требуемых температурных режимов позволяет уменьшить время обработки и повысить производительность оборудования. Сокращение продолжительности нагрева способствует снижению интенсивности окислительных процессов и улучшению качества получаемого жира.

Проведённые исследования показали, что переработка жиросодержащего сырья птицеводства с использованием электротехнологических методов обеспечивает устойчивое снижение микробной обсеменённости продукта. Получаемый куриный жир характеризуется стабильными показателями качества и может храниться в течение длительного времени без заметного ухудшения свойств при соблюдении рекомендуемых условий хранения. Это позволяет использовать полученный продукт в различных направлениях переработки.

Особое значение переработка продукции птицеводства приобретает в условиях роста объёмов производства мяса птицы. Увеличение масштабов производства сопровождается ростом количества вторичных ресурсов, требующих переработки. При отсутствии эффективных технологий переработки значительная часть этих ресурсов теряется или используется нерационально. Применение современных электротехнологических методов позволяет повысить степень использования сырья и обеспечить получение дополнительной продукции.

Перспективным направлением развития технологий переработки продукции птицеводства является дальнейшее совершенствование конструкций электротехнологических установок, направленное на повышение равномерности нагрева и снижение энергозатрат. Использование специальных элементов, позволяющих управлять распределением электромагнитного поля в рабочем объёме установки, создаёт условия для повышения эффективности переработки жиросодержащего сырья. Управляемое формирование электромагнитного поля позволяет обеспечить более равномерный прогрев продукта и повысить степень его обеззараживания.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что переработка жиросодержащего сырья птицеводства с использованием электротехнологических методов является эффективным направлением комплексного использования продукции птицеводства. Применение указанных методов позволяет повысить выход жидкого жира, снизить микробную обсеменённость продукта и уменьшить удельные энергозатраты. Одновременно создаются условия для более полного использования вторичных ресурсов и повышения экономической эффективности птицеперерабатывающих предприятий.

Выполненные исследования подтверждают целесообразность применения электротехнологических методов переработки продукции птицеводства для получения жиросодержащих продуктов с заданными показателями качества. Использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты обеспечивает интенсивный нагрев сырья, ускоряет процессы вытопки

жира и способствует микробиологической стабилизации продукта. Разработанные подходы позволяют организовать эффективную переработку жиросодержащего сырья птицеводства в условиях предприятий различной производительности и могут рассматриваться как перспективное направление повышения эффективности птицеперерабатывающей отрасли.

В целом переработка продукции птицеводства на основе электротехнологических методов представляет собой важное направление развития современных технологий агропромышленного комплекса. Комплексное использование вторичных ресурсов птицеводства позволяет получать дополнительную продукцию, снижать себестоимость производства и уменьшать негативное воздействие на окружающую среду. Реализация разработанных технологических решений создаёт условия для повышения эффективности переработки жиросодержащего сырья птицеводства и расширения возможностей его практического использования.

Список литературы

1. Новикова, Г. В. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г.В. Новикова, М.В. Белова, О.В. Михайлова, И.Г. Ершова, М.Г. Сорокина // Естественные и технические науки. - 2015. - № 1 (79). - С. 129-130. - EDN: TKSCFF.
2. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 198-202. - EDN: XYKUTJ.
3. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин, Г.В. Новикова, П.В. Зайцев, О.В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 1 (52). - С. 89-93. - DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. - EDN: VIRJWQ.
4. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016. - EDN: LFQEUF.
5. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.
6. Крайнов, Ю.Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю.Е. Крайнов, О.В. Михайлова, Н.К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 2 (42). - С. 6-12. - DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. - EDN: XREQAX.
7. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Коробков А.Н., Осокин В.Л., Белов А.А., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2586160 C1, 10.06.2016. Заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014. - EDN: ZESFQT.
8. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья. Белов А.А., Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В. Патент на изобретение RU 2629159 C1, 24.08.2017. Заявка № 2016133524 от 15.08.2016. - EDN: HAXMCU.
9. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г.В. Новикова, Е.В. Воронов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 5 (103). - С. 154-160.
10. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т.П. Шишкина, Н.К. Кириллов, О.В. Михайлова // Ветеринарный врач. - 2009. - № 1. - С. 38-40. - EDN: KVBMTV.
11. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И.Г. Ершова, М.Г. Сорокина, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. - 2013. - № 4-2 (80). - С. 83-86.
12. Жданкин, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, Н.К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. - 2017. - № 2 (69). - С. 61-71. - EDN: VVCJOP.
13. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. - 2018. - № 4 (29). - С. 229-236. - EDN: YQVOXJ.
14. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке. Белова М.В., Белов А.А., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Селиванов И.М., Ершова И.Г. Патент на изобретение RU 2592861 C1, 27.07.2016. Заявка № 2015119313/07 от 21.05.2015. - EDN: ZEWEUX.
15. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Белов А.А., Белова М.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Дорофеева А.И., Селиванов И.М. Патент на изобретение RU 2584029 C1, 20.05.2016. Заявка № 2015102653/13 от 27.01.2015. - EDN: ZEROEH.
16. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, М.В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 4 (73). - С. 126-137. - DOI: 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. - EDN: DRYTQN.
17. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.

18. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. - 2024. - Т. 54, № 2. - С. 369-381. - DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
19. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2024. - № 2(106). - С. 176-185. - DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. - EDN DCRAAX.
20. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов: № 2023115058: заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
21. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. - 2023. - № 4(143). - С. 55-66. - DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. - EDN MIRJTR.
22. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
23. Просвирякова, М. В. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
24. Prosviryakova, M. V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. -2022. - V. 1052, No. 1. - P. 012141. - DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. - EDN PQSPZC.
25. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
26. Новикова, Г.В. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой, М. В. Просвирякова [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 18-27. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. – EDN DVVZVK.
27. Шевелев, А. В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В. // Вестник НГИЭИ. - 2021. - № 10 (125). - С. 46-56. - DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. - EDN: RQTNRO.
28. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. - 2022. - № 11 (138). - С. 45-56. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. - EDN: VVQODQ.
29. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. - 2023. - № 5 (144). - С. 57-71. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. - EDN: DESJSC.
30. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
31. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
32. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
33. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Жужин М.С., Кондраненкова Т.Е. Патент на изобретение RU 2770496 C1, 18.04.2022. Заявка № 2021127581 от 21.09.2021. - EDN: SKRVZR.
34. Михайлова, О. В. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Михайлова О.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Михайлова Е.Д. // Вестник НГИЭИ. - 2022. - № 12 (139). - С. 54-65. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. - EDN: JEEHXA.
35. Novikova G. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / Novikova G., Mikhailova O., Prosviryakova M., Dulepov D., Zaitsev P., Shevelev A. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International AgroScience Conference, AgroScience 2020". - 2020. - С. 012008. - DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012008. - EDN: XYIYHE.

УДК 637.524:621.365.5

Тихонов А. А.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА МЕТОДАМИ СВЧ-ТЕРМООБРАБОТКИ

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы переработки вторичного сырья птицеводства с использованием электротехнологических методов обработки. Особое внимание уделено переработке жиросодержащего сырья, образующегося при первичной переработке птицы, и обеспечению его микробиологической стабильности. Показано, что вторичные ресурсы птицеводства, в том числе куриный жир, представляют собой ценное сырьё для пищевой, кормовой и технической промышленности, однако их эффективное использование возможно только при обеспечении санитарной безопасности и стабильности при хранении. Проведён анализ существующих методов переработки жиросодержащего сырья и обоснована целесообразность применения электротехнологических установок с подводом энергии электромагнитным полем сверхвысокой частоты. Рассмотрены особенности термообработки куриного жира при управляемом формировании электромагнитного поля и показано влияние энергетических и электродинамических параметров на эффективность микробиологической стабилизации продукта. Установлено, что использование СВЧ-обработки позволяет обеспечить значительное снижение микробной обсеменённости куриного жира при сокращении продолжительности обработки и снижении удельных энергозатрат. Обоснована возможность интеграции электротехнологических установок в технологические линии переработки продукции птицеводства. Показано, что применение СВЧ-технологий способствует повышению уровня комплексной переработки сырья, снижению потерь вторичных ресурсов и улучшению санитарных показателей жиросодержащих продуктов птицеводства.

Ключевые слова: вторичное сырьё; вторичные ресурсы птицеводства; жиросодержащее сырьё; куриный жир; комплексная переработка сырья; микробиологическая стабилизация; переработка продукции птицеводства; СВЧ-обработка; термообработка; электромагнитное поле сверхвысокой частоты; электротехнологические установки; энергоэффективные технологии.

Переработка сырья птицеводства в выполненных исследованиях рассматривалась с позиций комплексного использования вторичных ресурсов и применения электротехнологических методов термообработки с подводом энергии электромагнитным полем сверхвысокой частоты [1; 3; 21; 29]. Научной основой послужили работы по переработке жиросодержащего сырья и отходов убоя животных, а также по разработке технологических схем комплексной переработки биологического сырья [15; 16; 32]. При обосновании технологических режимов учитывались исследования конструктивных параметров СВЧ-установок, обеспечивающих равномерный нагрев и эффективное обеззараживание сырья в установках периодического и непрерывного действия [6; 8; 11; 18]. Важную роль сыграли исследования резонаторных систем и электродинамических параметров установок для термообработки мясного и жиросодержащего сырья [4; 5; 13; 33]. Дополнительной научной базой послужили работы по термообработке и обеззараживанию биологического сырья различного происхождения, включая непищевые отходы животного происхождения и сыпучие материалы [2; 10; 12]. При анализе процессов нагрева использовались результаты исследований динамики температурных процессов и энергетических характеристик СВЧ-установок [19; 24; 25]. При разработке технологических решений учитывались результаты исследований установок для переработки органического и растительного сырья, подтверждающие универсальность электротехнологических методов обработки [9; 26; 30]. В целом выполненные исследования опирались на комплекс научных и патентных работ, посвящённых разработке установок с СВЧ-энергоподводом для переработки вторичного биологического сырья [7; 34; 35]. Проведённые исследования переработки продукции птицеводства опирались на широкий комплекс научных и патентных работ, посвящённых разработке электротехнологических методов переработки сырья. Использование результатов ранее выполненных исследований позволило сформировать научно обоснованные подходы к переработке жиросодержащего сырья птицеводства и обеспечить высокую эффективность технологических решений [14; 17; 20; 22; 23]. Представленный комплекс источников отражает последовательное развитие научных исследований в области переработки биологического сырья с применением электромагнитных полей сверхвысокой частоты и послужил основой для разработки технологий микробиологической стабилизации и термообработки вторичных ресурсов птицеводства. Развитие современного птицеводства сопровождается устойчивым ростом объёмов производства мяса птицы и продуктов его переработки [27; 28; 31]. Увеличение масштабов отрасли приводит не только к росту производства основной продукции, но и к накоплению значительного количества вторичных ресурсов,

образующихся на стадиях убоя, разделки тушек и технологической переработки. К числу таких ресурсов относятся жир, кожа, обрезь, внутренние органы, костные остатки и другие компоненты, обладающие высокой питательной ценностью и значительным технологическим потенциалом. Рациональное использование данных видов сырья является важным направлением повышения экономической эффективности предприятий птицеперерабатывающей промышленности и снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

В условиях промышленного производства переработка продукции птицеводства рассматривается как комплексная технологическая система, в которой наряду с получением пищевых продуктов решается задача максимально полного использования сырья. При этом куриный жир занимает особое место среди вторичных ресурсов птицепереработки благодаря высокому содержанию энергии, хорошей усвояемости и благоприятному жирнокислотному составу. Он может использоваться при производстве пищевых продуктов, кормовых смесей, комбикормов, биологически активных добавок и технических материалов. Однако эффективное использование куриного жира возможно только при условии обеспечения его микробиологической безопасности и стабильности при хранении.

В процессе первичной переработки птицы жир выделяется из тканей тушек в результате механических операций и теплового воздействия. На этой стадии продукт контактирует с оборудованием, воздухом производственных помещений и поверхностями разделочных столов, что неизбежно приводит к его микробному загрязнению. Дополнительным фактором риска является наличие влаги и белковых примесей, создающих благоприятные условия для развития микроорганизмов. В результате свежеполученный куриный жир часто характеризуется высокой микробной обсеменённостью и ограниченной стойкостью при хранении.

Наличие значительного количества микроорганизмов в жировом сырье приводит к ускоренному протеканию процессов гидролитического и окислительного распада липидов. Это сопровождается накоплением свободных жирных кислот, появлением неприятного запаха и изменением органолептических характеристик продукта. При отсутствии своевременной стабилизации куриный жир быстро теряет товарные свойства и становится непригодным для пищевого использования. В таких случаях он может применяться только в технических целях либо подлежит утилизации, что приводит к экономическим потерям.

Таким образом, повышение эффективности переработки продукции птицеводства тесно связано с разработкой технологий стабилизации вторичных жировых ресурсов. Основной задачей таких технологий является снижение микробной обсеменённости при сохранении химического состава и энергетической ценности продукта. Решение этой задачи позволяет расширить области использования куриного жира и повысить уровень комплексной переработки сырья птицеводства.

Традиционно микробиологическая стабилизация жирового сырья осуществляется путём термической обработки. Нагрев обеспечивает инактивацию большинства видов микроорганизмов и ферментов, способствующих порче продукта. Однако использование высоких температур сопровождается значительными энергетическими затратами и может приводить к ухудшению качества жира. При длительном нагреве усиливаются процессы окисления липидов, возрастает содержание продуктов термического распада и снижается пищевая ценность продукта. Кроме того, при традиционных способах нагрева энергия подводится через поверхность продукта, что вызывает значительные температурные градиенты и увеличивает продолжительность обработки.

Особенно заметны указанные недостатки при переработке значительных объёмов вторичного сырья птицеводства. В условиях крупных птицеперерабатывающих предприятий объёмы образующегося жира могут достигать десятков и сотен килограммов в смену. Использование классических тепловых методов требует громоздкого оборудования и значительных затрат энергии, что снижает экономическую эффективность производства. В связи с этим актуальным направлением является разработка энергоэффективных способов обработки жировых продуктов птицеводства.

Перспективным подходом является применение электротехнологических методов переработки, основанных на использовании электромагнитных полей высокой и сверхвысокой частоты. Такие методы позволяют осуществлять объёмный подвод энергии непосредственно в толщу продукта, что обеспечивает более равномерный нагрев и сокращение времени обработки. Электромагнитная энергия преобразуется в тепловую за счёт диэлектрических потерь, возникающих при взаимодействии поля с молекулами вещества. В отличие от традиционных методов, при которых тепло передаётся от поверхности к центру продукта, при СВЧ-нагреве энергия выделяется во всём объёме материала.

Использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты особенно эффективно при переработке жировых продуктов птицеводства. Жировая фаза обладает определёнными диэлектрическими свойствами, позволяющими поглощать электромагнитную энергию и преобразовывать её в тепло. При этом нагрев происходит достаточно равномерно, что способствует более эффективной инактивации микроорганизмов. Сокращение времени обработки позволяет снизить степень термического повреждения липидов и сохранить их питательную ценность.

Дополнительным преимуществом электротехнологических методов является возможность гибкого управления параметрами обработки. Изменяя мощность генераторов, продолжительность воздействия и электродинамические характеристики рабочего объёма установки, можно регулировать интенсивность нагрева и достигать требуемых санитарных показателей. Это открывает широкие возможности для адаптации технологии к различным видам сырья птицеводства и условиям производства.

Важной особенностью переработки продукции птицеводства является необходимость обеспечения стабильного санитарного результата при минимальных энергетических затратах. Для предприятий отрасли характерны непрерывные технологические процессы и большие объёмы перерабатываемого сырья, поэтому даже незначительное снижение удельного энергопотребления приводит к заметному экономическому эффекту. В этом отношении электротехнологические методы обладают существенными преимуществами по сравнению с традиционными способами нагрева.

Практическое применение СВЧ-обработки в птицеперерабатывающей промышленности требует детального изучения факторов, влияющих на эффективность микробиологической стабилизации. К числу таких факторов относятся удельная подведённая мощность, продолжительность обработки, температурный режим и электродинамические условия формирования поля в рабочем объёме установки. Влияние указанных факторов проявляется совместно, что делает необходимым использование методов математического планирования экспериментов.

Особое значение при переработке жировых продуктов птицеводства имеет пространственное распределение электромагнитного поля. В реальных условиях рабочий объём СВЧ-установки характеризуется сложной интерференционной структурой поля, в которой могут возникать зоны повышенной и пониженной напряжённости. В областях пониженной напряжённости выделяется меньше энергии, что приводит к недостаточному нагреву продукта и сохранению жизнеспособных микроорганизмов. Наличие таких зон снижает эффективность обработки и ухудшает санитарные показатели жира.

Одним из способов повышения эффективности СВЧ-обработки является управление фазовыми характеристиками электромагнитного поля. Изменение фазового соотношения волн позволяет перераспределять энергию в рабочем объёме установки и уменьшать неравномерность нагрева. При оптимальном выборе фазовых параметров достигается более равномерное распределение температуры в продукте и повышается эффективность обеззараживания.

Применительно к переработке продукции птицеводства данный подход представляет особый интерес, поскольку позволяет повышать санитарную безопасность вторичных ресурсов без увеличения энергетических затрат. Использование фазовой коррекции электромагнитного поля даёт возможность более эффективно использовать подводимую энергию и снижать удельное энергопотребление технологического процесса.

Экспериментальные исследования показали, что куриный жир, получаемый на стадии первичной переработки птицы, характеризуется значительной микробной обсеменённостью и требует обязательной стабилизации перед дальнейшим использованием. Образцы жира, не подвергавшиеся обработке, демонстрируют интенсивный рост микрофлоры при микробиологическом анализе, что подтверждает необходимость применения эффективных методов обеззараживания.

Применение СВЧ-обработки приводит к заметному снижению микробной численности, однако эффективность процесса существенно зависит от режима воздействия. При недостаточной интенсивности обработки сохраняется значительное количество микроорганизмов, что ограничивает возможности дальнейшего использования продукта. Повышение мощности и продолжительности обработки улучшает санитарные показатели, но сопровождается увеличением энергозатрат и усилением термического воздействия на жир.

Исследования показали, что наибольший эффект достигается при сочетании оптимальных энергетических параметров с управляемым формированием электромагнитного поля. В этих условиях обеспечивается равномерный нагрев всего объёма продукта и эффективное подавление микрофлоры. При этом достигается значительное снижение общей микробной численности без увеличения установленной мощности оборудования.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что электротехнологические методы могут рассматриваться как перспективное направление переработки продукции птицеводства, ориентированное на рациональное использование вторичных ресурсов. Применение СВЧ-обработки позволяет не только улучшить санитарные показатели куриного жира, но и повысить общий уровень комплексной переработки сырья птицеводства.

Развитие технологий комплексной переработки продукции птицеводства обусловлено необходимостью повышения эффективности использования сырья и снижения себестоимости конечной продукции. В современных условиях птицеперерабатывающие предприятия стремятся максимально использовать все компоненты тушек птицы, включая вторичные продукты переработки.

Такой подход позволяет не только увеличить выход товарной продукции, но и снизить количество отходов, требующих утилизации.

Одним из наиболее значимых направлений переработки вторичных ресурсов птицеводства является использование жирового сырья. Куриный жир образуется на различных стадиях технологического процесса — при обвалке тушек, при производстве полуфабрикатов, при переработке кожи и жировой ткани, а также при производстве мясокостной муки. Образующийся жир может существенно различаться по физико-химическим характеристикам, однако во всех случаях он представляет собой ценное сырьё, пригодное для дальнейшего использования после соответствующей технологической обработки.

При переработке продукции птицеводства куриный жир может использоваться в различных направлениях. В пищевой промышленности он применяется в качестве жирового компонента при производстве паштетов, мясных консервов, кулинарных изделий и комбинированных продуктов. Благодаря высокой энергетической ценности куриный жир используется также при изготовлении кормов для сельскохозяйственных животных и птицы. Кроме того, переработанный жир может применяться в технических целях, например, при производстве смазочных материалов и биотоплива.

Несмотря на широкие возможности использования, куриный жир является одним из наиболее нестабильных продуктов переработки птицеводства. В отличие от мышечной ткани, жировое сырьё практически не содержит природных защитных факторов, ограничивающих развитие микрофлоры. Даже незначительное количество влаги и белковых примесей создаёт благоприятные условия для роста микроорганизмов. Это особенно характерно для жира, получаемого при переработке охлаждённых тушек птицы, поскольку температура технологических помещений обычно находится в диапазоне, благоприятном для жизнедеятельности бактерий.

В процессе хранения не стабилизированного жира происходит постепенное увеличение микробной численности. Одновременно протекают биохимические процессы распада липидов, сопровождающиеся накоплением низкомолекулярных соединений. В результате ухудшаются вкусовые и запаховые характеристики продукта, изменяется его цвет и консистенция. В условиях промышленного производства такие изменения приводят к снижению качества продукции и ограничивают возможности её дальнейшего использования.

Для обеспечения стабильности куриного жира применяются различные способы обработки. Наиболее распространёнными являются методы теплового воздействия, основанные на нагреве продукта до температур, обеспечивающих гибель микроорганизмов. В промышленных условиях используются котлы-утилизаторы, варочные аппараты и плавильные установки. Такие устройства позволяют перерабатывать значительные объёмы сырья, однако отличаются высокой энергоёмкостью и значительными эксплуатационными затратами.

Одной из основных проблем традиционных методов переработки является длительность тепловой обработки. При переработке значительных объёмов жира требуется длительное время для достижения необходимой температуры во всём объёме продукта. Это связано с низкой теплопроводностью жировых систем и значительными размерами технологических аппаратов. В результате часть энергии расходуется на нагрев оборудования и окружающей среды, что снижает общий коэффициент полезного использования энергии.

Дополнительным недостатком традиционных технологий является неравномерность температурного поля. При поверхностном подводе тепла наружные слои продукта нагреваются быстрее, чем внутренние. Для достижения требуемой температуры в центральных зонах приходится увеличивать продолжительность обработки, что приводит к перегреву наружных слоёв. В результате ухудшается качество жира и увеличивается содержание продуктов термического распада.

Особенно важным является то обстоятельство, что, перегрев жира приводит к ускоренному окислению липидов. При повышенных температурах происходит разрушение ненасыщенных жирных кислот и образование соединений, ухудшающих пищевую ценность продукта. Это ограничивает возможность использования жира в пищевых целях и снижает его рыночную стоимость.

В условиях современных птицеперерабатывающих предприятий всё большее внимание уделяется технологиям, обеспечивающим щадящую обработку сырья. Такие технологии должны обеспечивать эффективное обеззараживание при минимальном изменении химического состава продукта. В этом отношении применение электромагнитных полей сверхвысокой частоты представляет значительный интерес.

Использование СВЧ-обработки позволяет существенно сократить продолжительность технологического процесса. Благодаря объёмному подведению энергии нагрев происходит одновременно во всём объёме продукта, что позволяет быстрее достигать температур, обеспечивающих инактивацию микроорганизмов. Сокращение времени обработки способствует сохранению жирнокислотного состава и уменьшению степени окислительных изменений.

При переработке продукции птицеводства СВЧ-технологии могут использоваться как на стадии первичной стабилизации жира, так и при его последующей переработке. Первичная стабилизация необходима для предотвращения микробиологической порчи продукта в период

хранения и транспортировки. На этой стадии важно обеспечить быстрое снижение микробной численности без значительного изменения свойств жира.

Вторичная переработка жира может включать его очистку, обезвоживание и фракционирование. Стабилизированный жир легче подвергается дальнейшим технологическим операциям, поскольку в нём отсутствуют активные микроорганизмы и ферменты. Это повышает стабильность продукта и облегчает управление технологическим процессом.

Важным преимуществом СВЧ-технологий является возможность их интеграции в существующие линии переработки продукции птицеводства. Установки могут быть размещены непосредственно после оборудования первичной переработки, что позволяет стабилизировать жир сразу после его получения. Такой подход минимизирует время контакта продукта с окружающей средой и снижает вероятность повторного микробного загрязнения.

При организации комплексной переработки продукции птицеводства большое значение имеет непрерывность технологического процесса. В условиях промышленного производства предпочтение отдаётся установкам непрерывного действия, обеспечивающим стабильную производительность и равномерное качество продукции. СВЧ-установки могут быть выполнены в непрерывном варианте, что делает их удобными для применения на крупных предприятиях.

В непрерывных установках жир подаётся в рабочий объём равномерным потоком и подвергается воздействию электромагнитного поля в течение заданного времени. После обработки продукт выводится из установки и направляется на дальнейшую переработку или хранение. Такой режим обеспечивает стабильные условия обработки и позволяет легко регулировать производительность установки.

Одной из задач при разработке оборудования для переработки продукции птицеводства является обеспечение равномерности обработки. Для жировых продуктов это особенно важно, поскольку наличие даже небольшого количества не обработанных участков может привести к развитию микрофлоры и последующей порче продукта. В связи с этим особое внимание уделяется управлению параметрами электромагнитного поля.

Экспериментальные исследования показали, что эффективность обработки куриного жира зависит не только от мощности и продолжительности воздействия, но и от электродинамических условий формирования поля. При одинаковых энергетических параметрах различные режимы формирования поля могут давать существенно различающиеся результаты по снижению микробной численности.

Особое значение имеет фазовая структура электромагнитного поля. Управление фазовыми параметрами позволяет перераспределять энергию внутри рабочего объёма установки и уменьшать неравномерность нагрева. В результате повышается эффективность обеззараживания и снижается вероятность сохранения жизнеспособных микроорганизмов.

Исследования показали, что при оптимальных режимах обработки достигается значительное снижение микробной численности куриного жира. При этом санитарный эффект достигается без увеличения установленной мощности оборудования, что свидетельствует о высокой энергоэффективности метода.

Снижение энергозатрат имеет особое значение для предприятий птицеводческой отрасли, поскольку переработка вторичных ресурсов обычно осуществляется параллельно с производством основной продукции. Энергетические затраты на переработку должны быть минимальными, чтобы использование вторичных ресурсов оставалось экономически целесообразным.

Таким образом, применение СВЧ-технологий позволяет повысить эффективность переработки продукции птицеводства за счёт сокращения времени обработки, снижения энергозатрат и улучшения санитарных показателей жирового сырья. В результате расширяются возможности использования куриного жира в различных отраслях пищевой и кормовой промышленности.

Важным аспектом переработки продукции птицеводства является экологическая безопасность производства. Использование вторичных ресурсов позволяет уменьшить количество отходов и снизить нагрузку на системы утилизации. Стабилизированный куриный жир может быть использован в качестве ценного сырья, что уменьшает объём отходов, подлежащих уничтожению.

Комплексная переработка продукции птицеводства способствует формированию безотходных технологий производства. В таких технологиях практически все компоненты исходного сырья находят полезное применение. Жировые продукты занимают важное место в этой системе, поскольку обладают высокой энергетической ценностью и могут использоваться в различных направлениях.

Повышение эффективности переработки жирового сырья позволяет увеличить общий выход полезной продукции из единицы сырья птицеводства. Это способствует снижению себестоимости продукции и повышению конкурентоспособности предприятий отрасли.

Дальнейшее развитие технологий переработки продукции птицеводства связано с внедрением энергоэффективных методов обработки вторичных ресурсов непосредственно на предприятиях отрасли. Практика показывает, что наибольший экономический эффект достигается при организации замкнутых технологических циклов, в которых переработка побочных продуктов

осуществляется параллельно с выпуском основной продукции. В таких условиях куриный жир рассматривается не как отход производства, а как полноценный вид сырья, обладающий самостоятельной технологической и экономической ценностью.

На птицеперерабатывающих предприятиях образование жирового сырья происходит практически непрерывно. В процессе разделки тушек птицы отделяются подкожные и внутренние жировые ткани, которые направляются на переработку. Дополнительное количество жира выделяется при производстве полуфабрикатов, при термической обработке мясных продуктов и при переработке технического сырья. Совокупный объём образующегося жира может составлять значительную долю от общей массы перерабатываемого сырья, поэтому его рациональное использование оказывает существенное влияние на экономические показатели производства.

Важным этапом переработки жирового сырья является его сбор и подготовка к дальнейшей обработке. На предприятиях птицеводческой отрасли жир обычно собирается в приёмные ёмкости, где происходит его частичное разделение на жидкую и твёрдую фазы. В процессе отстаивания удаляются механические примеси, остатки тканей и вода. Однако даже после такой предварительной обработки жир остаётся микробиологически нестабильным и требует последующей стабилизации.

Организация эффективной переработки продукции птицеводства предполагает минимизацию промежутка времени между получением жира и его стабилизацией. Чем меньше этот промежуток, тем ниже вероятность развития микроорганизмов и тем выше качество конечного продукта. В условиях непрерывного производства наиболее рациональным является использование технологических линий, обеспечивающих подачу жира непосредственно в установку стабилизации.

Применение электротехнологических методов обработки позволяет существенно упростить организацию технологического процесса. Установки могут быть размещены в непосредственной близости от оборудования первичной переработки, что исключает необходимость длительного хранения нестабилизированного сырья. Жир поступает в установку сразу после отделения от тканей, подвергается обработке и затем направляется в накопительные ёмкости для дальнейшего использования.

Особенностью переработки продукции птицеводства является значительное разнообразие свойств исходного сырья. Куриный жир может содержать различное количество влаги, белковых примесей и механических включений. Эти факторы оказывают влияние на диэлектрические свойства продукта и, следовательно, на эффективность СВЧ-обработки. В связи с этим при разработке технологических режимов необходимо учитывать особенности конкретного вида сырья.

В условиях промышленного производства важным требованием является стабильность технологических параметров. Для обеспечения устойчивой работы оборудования необходимо поддерживать постоянные значения мощности генераторов, скорости подачи продукта и времени обработки. Современные СВЧ-установки позволяют автоматически регулировать указанные параметры, обеспечивая стабильные условия переработки.

Автоматизация технологического процесса играет важную роль при переработке продукции птицеводства. Использование систем автоматического управления позволяет поддерживать заданные режимы обработки независимо от колебаний характеристик сырья. Это особенно важно при переработке вторичных ресурсов, свойства которых могут изменяться в широких пределах.

Стабилизированный куриный жир может использоваться в различных технологических процессах. В пищевой промышленности он применяется при производстве мясных изделий, паштетов и консервов. Стабильность жира при хранении позволяет использовать его в качестве компонента рецептур без риска ухудшения качества готовой продукции. Благодаря высокой энергетической ценности куриный жир представляет значительный интерес для кормовой промышленности, где он используется в качестве источника энергии при производстве комбикормов.

Дополнительным направлением использования является производство технических продуктов. Переработанный жир может применяться при изготовлении смазочных материалов, технологических жидкостей и энергетических продуктов. Расширение областей применения куриного жира способствует повышению эффективности переработки продукции птицеводства и снижению количества отходов.

Важным преимуществом электротехнологических методов переработки является возможность снижения удельного энергопотребления. Энергия подводится непосредственно в продукт, что уменьшает тепловые потери и повышает общий коэффициент полезного действия установки. Это особенно важно для предприятий птицеводства, где переработка вторичных ресурсов осуществляется в условиях ограниченных энергетических ресурсов.

Сокращение энергозатрат достигается также за счёт уменьшения продолжительности обработки. При использовании традиционных методов нагрева значительная часть времени затрачивается на разогрев оборудования и создание необходимого температурного режима. При СВЧ-обработке нагрев начинается практически сразу после включения установки, что позволяет существенно сократить длительность технологического процесса.

Экспериментальные исследования показали, что эффективность обеззараживания куриного жира определяется совокупным воздействием энергетических, временных и электродинамических факторов. Существенную роль играет пространственное распределение электромагнитного поля в рабочем объёме установки. Неравномерность распределения энергии может приводить к образованию зон недостаточного нагрева, в которых сохраняются жизнеспособные микроорганизмы.

Повышение эффективности обработки достигается путём управления фазовыми характеристиками электромагнитного поля. При оптимальном согласовании фазовых параметров обеспечивается более равномерное распределение энергии в объёме продукта, что способствует более эффективной инактивации микроорганизмов.

Исследования показали, что при оптимальных режимах обработки наблюдается значительное снижение общей микробной численности куриного жира. При этом достигаемый санитарный эффект сопоставим с результатами традиционной термической обработки, однако обеспечивается при меньших энергетических затратах и более короткой продолжительности воздействия.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что управление параметрами электромагнитного поля является эффективным инструментом повышения качества переработки продукции птицеводства. Использование фазовой коррекции позволяет более полно использовать подводимую энергию и повышать эффективность технологического процесса.

Практическое внедрение электротехнологических методов переработки продукции птицеводства позволяет решать сразу несколько задач. Во-первых, обеспечивается повышение санитарной безопасности жирового сырья. Во-вторых, увеличивается срок хранения продукта без ухудшения его качества. В-третьих, создаются условия для более полного использования вторичных ресурсов производства.

Экономический эффект от внедрения таких технологий определяется несколькими факторами. Снижение энергозатрат уменьшает себестоимость переработки жира. Повышение стабильности продукта уменьшает потери при хранении. Расширение областей применения жира увеличивает доходность производства. Совокупное действие этих факторов обеспечивает высокую эффективность внедрения электротехнологических методов переработки.

Важным результатом применения современных технологий является повышение уровня комплексной переработки продукции птицеводства. Предприятия, использующие эффективные методы переработки вторичных ресурсов, получают дополнительные источники дохода и снижают зависимость от колебаний рынка основной продукции. Это особенно важно в условиях высокой конкуренции и нестабильности цен на мясную продукцию.

Комплексная переработка продукции птицеводства способствует также повышению экологической устойчивости производства. Снижение количества отходов уменьшает нагрузку на системы утилизации и снижает риск загрязнения окружающей среды. Использование жирового сырья в качестве вторичного ресурса позволяет более рационально использовать природные ресурсы.

Переработка продукции птицеводства с использованием электротехнологических методов представляет собой перспективное направление развития отрасли. Применение СВЧ-обработки позволяет эффективно стабилизировать куриный жир, обеспечивая снижение микробной обсеменённости и повышение стабильности продукта при хранении.

Проведённые исследования подтверждают, что эффективность микробиологической стабилизации определяется не только энергетическими параметрами обработки, но и электродинамическими условиями формирования поля. Управление фазовой структурой электромагнитного поля позволяет существенно повысить эффективность обработки без увеличения установленной мощности оборудования.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке оборудования и технологических линий для переработки продукции птицеводства. Использование энергоэффективных методов стабилизации вторичных ресурсов позволяет повысить экономическую эффективность предприятий и обеспечить более полное использование сырья.

В целом применение электротехнологических методов переработки куриного жира открывает широкие перспективы для совершенствования технологий птицеперерабатывающей промышленности. Развитие данного направления позволит повысить уровень комплексной переработки продукции птицеводства, снизить энергозатраты и улучшить санитарные показатели вторичных ресурсов, что является важным условием устойчивого развития отрасли.

Список литературы

1. Новикова, Г. В. Установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 1 (79). – С. 129-130. – EDN TKSCFF.
2. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: № 2015102653/13: заявл. 27.01.2015: опубл. 20.05.2016 /

А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.]; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
3. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т. П. Шишкина, Н. К. Кириллов, О. В. Михайлова // Ветеринарный врач. – 2009. – № 1. – С. 38-40. – EDN KVBMTV.
4. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья: № 2016133524: заявл. 15.08.2016: опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВО НГСХА). – EDN HAXMCU.
5. Патент № 2586160 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов: № 2014147516/13: заявл. 25.11.2014: опубл. 10.06.2016 / А. Н. Коробков, В. Л. Осокин, А. А. Белов [и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN ZESFQT.
6. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
7. Новикова, Г. В. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
8. Патент № 2744423 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива: № 2020131230: заявл. 22.09.2020: опубл. 09.03.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN YZUWWW.
9. Шевелев А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А. В. Шевелев, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 5(108). – С. 16-28. – EDN TYJBAI.
10. Патент № 2641705 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: № 2016148587: заявл. 09.12.2016: опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, А. А. Белов [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "НГИЭИ-ЭНЕРГО" (ООО "НГИЭИ-ЭНЕРГО"). – EDN LFQEUF.
11. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А. И. Котин, Г. В. Новикова, П. В. Зайцев, О. В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 89-93. – DOI 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. – EDN VIRJWQ.
12. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 198-202. – EDN XYKUTJ.
13. Новикова, Г В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья. Новикова Г.В., Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154-160. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. - EDN: LAAYEX.
14. Белов, А. А. Установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов / А. А. Белов, О. В. Михайлова, А. Н. Коробков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 7-9. – EDN UXPZCT.
15. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
16. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Воронов Е.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126-137. - DOI: 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. - EDN: DRYTQN.
17. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC
18. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023- EDN: JLVYNA.
19. Шевелев, А. В. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / Шевелев А.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 8 (190). С. 124-130. - EDN: PMCCYM.
20. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Жужин М.С., Кондраненкова Т.Е. Патент на изобретение RU 2770496 C1, 18.04.2022. Заявка № 2021127581 от 21.09.2021. - EDN: SKRVZR.

21. Михайлова, О. В. Особенности разработки установок с СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Михайлова О.В., Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Михайлова Е.Д. // Вестник НГИЭИ. 2022. № 12 (139). С. 54-65. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-12-54-65. - EDN: JEEHXA.
22. Novikova G. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials / Novikova G., Mikhailova O., Prosviryakova M., Dulepov D., Zaitsev P., Shevelev A. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International AgroScience Conference, AgroScience 2020" 2020. С. 012008. - DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012008. - EDN: XYIYHE.
23. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / Шевелев А.В. // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3 (142). С. 17-25- DOI: 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. - EDN: GETRDI.
24. Шевелев, А. В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В. // Вестник НГИЭИ. 2021. № 10 (125). С. 46-56. - DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. - EDN: RQTNRO.
25. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / Шевелев А.В., Жужин М.С., Сбитнев Е.А. // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6 (133). С. 32-43. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. - EDN: CNOBQC.
26. Просвирякова, М. В.Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (17). С. 91-99. - EDN: PQXVSF
27. Prosviryakova, M.V. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / Prosviryakova M.V., Storchevoy V.F., Goryacheva N.G., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Storchevoy A.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Т. 1052. № 1. С. 012141. - DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. - EDN: PQSPZC.
28. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2770628 C1, 19.04.2022. Заявка № 2021136688 от 13.12.2021. - EDN: DTPCQU.
29. Новикова, Г.В. Научно-технические основы разработки установок С СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Новикова Г.В., Сторчевой В.Ф., Просвирякова М.В., Ершова И.Г., Горячева Н.Г. // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2023. Т. 70. № 1 (50). С. 18-27. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. - EDN: DVVZVK.
30. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11 (138). С. 45-56- DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
31. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5 (144). С. 57-71. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. - EDN: DESJSC.
32. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
33. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
34. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
35. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.

УДК 637.54:621.365.5

Тихонов А. А.
Нижегородский государственный аграрно-технологический университет им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ-НАГРЕВА

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы переработки жиросодержащего сырья птицеводства с применением электротехнологических методов термической обработки. Особое внимание уделено комплексному использованию вторичных ресурсов, образующихся при убое и разделке птицы. Проведены экспериментальные исследования процессов термообработки субпродуктов птицы с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Установлено влияние режимов обработки на степень обеззараживания сырья, выход жировой фракции и сохранность питательных веществ. Показано, что применение СВЧ-нагрева обеспечивает равномерный прогрев сырья и сокращение продолжительности технологического процесса. Определены рациональные параметры обработки, позволяющие снизить удельные энергозатраты и повысить качество получаемой продукции. Полученные результаты могут быть использованы при разработке энергоэффективных технологий переработки сырья птицеводства.

Ключевые слова: сырьё птицеводства, переработка продукции птицеводства, жиросодержащее сырьё, субпродукты птицы, СВЧ-обработка, электротехнологии, термическая обработка, вытопка жира, вторичные ресурсы птицеводства, обеззараживание

Переработка сырья птицеводства является важным направлением повышения эффективности работы птицеперерабатывающих предприятий и рационального использования образующихся вторичных ресурсов. Значительные объёмы жиросодержащего сырья и субпродуктов требуют своевременной переработки, поскольку они отличаются высокой влажностью и подвержены быстрому микробиологическому обсеменению. Применение традиционных методов тепловой обработки не всегда обеспечивает достаточную интенсивность технологических процессов и сопровождается повышенными энергозатратами. В связи с этим особый интерес представляет использование электротехнологических методов переработки сырья птицеводства с подводом энергии электромагнитным полем сверхвысокой частоты, позволяющих повысить эффективность термической обработки и улучшить качество получаемой продукции. При разработке технологических режимов переработки сырья птицеводства использовались научно-технические решения и конструктивные подходы, предложенные в работах по созданию микроволновых установок с резонаторными системами и радиоволновых методов обработки сырья [1, 2, 3]. При обосновании параметров термической обработки учитывались результаты исследований, посвящённых созданию установок сверхвысокочастотного обеззараживания сырья и использованию электромагнитного нагрева в различных технологических процессах [4, 5, 6]. Выбор конструктивных решений рабочих камер и режимов электромагнитной обработки осуществлялся с опорой на исследования СВЧ-установок для обеззараживания сельскохозяйственного сырья и термообработки материалов различной структуры [7, 8, 9]. При разработке технологической схемы переработки сырья птицеводства учитывались результаты работ, посвящённых оборудованию для обработки птицы и технологиям переработки жиросодержащего сырья [10, 11, 12]. Формирование операционно-технологических решений переработки вторичного сырья птицеводства базировалось на исследованиях процессов диэлектрического нагрева и технологических схем переработки непищевых отходов [13, 14, 15]. Обоснование режимов термической обработки сырья птицы проводилось с использованием результатов исследований установок непрерывного действия и процессов интенсификации микроволнового нагрева [16, 17, 18]. При выборе конструктивных параметров оборудования учитывались разработки резонаторных систем и электрофизических установок для переработки жиросодержащего сырья [19, 20, 21]. Разработка экспериментальных установок для переработки сырья птицеводства осуществлялась с учётом конструктивных решений установок с различными типами резонаторов и источниками электрофизического воздействия [22, 23, 25]. При определении параметров теплового воздействия использовались результаты исследований установок с биконическими резонаторами и процессов формования вторичного биологического сырья [26, 27, 28]. Обоснование режимов работы оборудования выполнялось с учётом исследований процессов эндогенно-конвективного нагрева и распределения электромагнитного поля в рабочих камерах установок [29, 30, 31]. При разработке энергетически эффективных режимов обработки учитывались результаты исследований микроволновых сушильных установок и особенностей их конструкционного исполнения [32, 33, 34]. Формирование окончательных технологических решений переработки сырья птицеводства проводилось с использованием научных подходов к проектированию резонаторных систем и электромагнитных установок непрерывного действия [35].

Исследования в области переработки продукции птицеводства ориентированы на рациональное вовлечение в технологический оборот побочных продуктов, образующихся при убое и разделке птицы, что обеспечивает повышение экономической эффективности производства и способствует снижению объёмов образующихся отходов. Значительную часть такого сырья составляют жиросодержащие компоненты и субпродукты птицы, отличающиеся высокой биологической ценностью и пригодностью для последующей промышленной переработки. Вместе с тем повышенное содержание влаги и белковых веществ создаёт благоприятные условия для развития микрофлоры, что приводит к ускоренному ухудшению качества сырья при хранении и транспортировании. В связи с этим особую актуальность приобретает создание технологических решений, позволяющих осуществлять оперативную переработку продукции птицеводства с одновременным обеззараживанием и стабилизацией её свойств.

Субпродукты птицы представляют собой неоднородное по структуре сырьё, включающее печень, сердца, мышечные желудки, кожу с жировыми отложениями и другие анатомические части, характеризующиеся различным соотношением белков, жиров и влаги. Подобные особенности определяют сложность их переработки и требуют обоснованного выбора режимов теплового воздействия. При использовании традиционных способов нагрева, основанных на передаче тепла от нагретой поверхности к внутренним слоям продукта, наблюдается значительная продолжительность технологического процесса и недостаточная равномерность прогрева. Это приводит к увеличению энергозатрат и ухудшению технологических свойств перерабатываемого сырья птицеводства.

На предприятиях птицеперерабатывающей отрасли наиболее широко применяются способы тепловой обработки, основанные на использовании горячей воды и водяного пара. Несмотря на простоту реализации, данные методы характеризуются значительными затратами тепловой энергии и сравнительно низкой интенсивностью нагрева. Продолжительное воздействие повышенных температур вызывает частичную денатурацию белков и окислительные изменения жиров, что отрицательно отражается на качестве получаемой продукции. Кроме того, длительность технологического цикла ограничивает производительность оборудования и снижает эффективность переработки сырья птицеводства.

Особенно сложной является переработка жиросодержащего сырья птицы, отличающегося повышенной микробиологической обсеменённостью и склонностью к быстрому развитию процессов окислительной порчи. В таких условиях требуется применение способов обработки, обеспечивающих надёжное обеззараживание при минимальной продолжительности теплового воздействия. Одновременно необходимо обеспечить максимальное извлечение жировой и белковой фракций, что имеет важное значение для комплексного использования продукции птицеводства.

Одним из перспективных направлений совершенствования технологий переработки является применение электротехнологических методов нагрева, основанных на использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. В отличие от традиционных способов термической обработки, при которых тепло передаётся от нагретых поверхностей к внутренним слоям сырья, сверхвысокочастотный нагрев обеспечивает объёмное преобразование энергии непосредственно в толще материала. Это позволяет значительно ускорить процесс нагрева, повысить равномерность распределения температуры и сократить продолжительность технологических операций при переработке сырья птицеводства.

Использование подвода энергии электромагнитным полем сверхвысокой частоты при переработке жиросодержащего сырья птицы создаёт благоприятные условия для интенсивного выделения жира и одновременного обеззараживания сырья. Быстрое достижение необходимых температур обеспечивает эффективное подавление микрофлоры при сравнительно небольшом времени обработки, что способствует сохранению питательных веществ. В результате повышается выход готовой продукции и улучшаются её качественные характеристики.

Дополнительным преимуществом применения электромагнитного нагрева является возможность снижения удельных энергозатрат. При объёмном подводе энергии уменьшаются тепловые потери на нагрев элементов оборудования и окружающей среды, что особенно важно при переработке значительных объёмов вторичного сырья птицеводства. Повышение энергетической эффективности технологического процесса способствует снижению себестоимости получаемой продукции.

Несмотря на достигнутые результаты в области электротехнологической обработки сельскохозяйственного сырья, вопросы переработки жиросодержащей продукции птицеводства требуют дальнейшего изучения. Необходимы дополнительные исследования, направленные на уточнение режимов обработки, обеспечивающих оптимальное сочетание интенсивности нагрева, выхода жировой фракции и степени обеззараживания сырья. Особое значение имеет определение рациональных параметров процесса, позволяющих обеспечить устойчивую работу оборудования при непрерывной переработке продукции птицеводства.

Проведённые исследования были направлены на разработку технологических решений переработки жиросодержащего сырья птицеводства с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Основное внимание уделялось определению рациональных режимов обработки, обеспечивающих эффективное обеззараживание сырья, повышение выхода жировой фракции и снижение энергозатрат при сохранении качественных характеристик получаемой продукции.

Экспериментальные исследования проводились на различных видах сырья птицеводства, включающих печень, сердца, мышечные желудки и кожно-жировые компоненты птицы, характеризующиеся повышенной исходной микробной обсеменённостью и требующие эффективной термической обработки перед дальнейшим использованием. Выбор указанных видов сырья обусловлен значительными объёмами их образования на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности. Кроме того, субпродукты птицы отличаются высоким содержанием белков, жиров,

витаминов и минеральных веществ, что делает их перспективным сырьём для промышленной переработки.

Перед проведением обработки образцы подвергались предварительной подготовке. Сырьё очищали от механических загрязнений, промывали проточной водой и измельчали до одинаковых размеров, обеспечивающих равномерность нагрева. Масса отдельных образцов составляла от 100 до 300 г, что позволяло проводить обработку в контролируемых условиях и получать сопоставимые результаты. Подготовленные образцы размещали в рабочей камере установки таким образом, чтобы обеспечить максимально равномерное распределение электромагнитного поля по объёму перерабатываемого сырья птицеводства.

Термическую обработку осуществляли с использованием сверхвысокочастотного излучения промышленной частоты 2450 МГц. В ходе экспериментов изменяли уровень подводимой мощности, варьируя удельную мощность в пределах от 3,5 до 7,0 Вт на грамм обрабатываемого сырья птицы. Выбор указанного диапазона был обусловлен необходимостью обеспечения достаточного уровня нагрева для инактивации микроорганизмов при минимальном ухудшении качественных характеристик продукта. Продолжительность обработки зависела от выбранного уровня мощности и составляла от нескольких десятков секунд до нескольких минут.

Температурный режим обработки контролировали с использованием контактных термодатчиков, устанавливаемых в центральной части образцов. Это позволяло оценивать равномерность прогрева и предотвращать локальный перегрев отдельных участков. В процессе исследований особое внимание уделялось достижению температур, обеспечивающих подавление развития микрофлоры без существенного разрушения белковых структур и ухудшения органолептических свойств сырья птицеводства.

Для определения эффективности обеззараживания проводили микробиологические исследования. Основным показателем служило количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, которое определяли стандартными методами посева на питательные среды. Пробы отбирали до обработки и после неё, что позволяло оценить степень снижения микробной обсеменённости и эффективность различных режимов обработки.

Параллельно проводили оценку органолептических показателей обработанного сырья птицы. Анализ включал определение внешнего вида, цвета, запаха и консистенции образцов. Оценку выполняла экспертная комиссия по пятибалльной шкале, что позволило определить влияние электромагнитной обработки на качество продукции и установить оптимальные режимы переработки.

Кроме того, проводились физико-химические исследования образцов. Определяли массовую долю влаги методом высушивания до постоянной массы, содержание белка — по методу Кьельдаля, а содержание жира — экстракционным методом. Полученные данные позволяли оценить изменения химического состава сырья птицеводства под воздействием сверхвысокочастотного нагрева.

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием стандартных методов математической статистики. Для оценки достоверности различий применяли t-критерий Стьюдента при уровне значимости 0,05. Средние значения показателей рассчитывали на основании серии повторных экспериментов.

Проведённые исследования показали, что обработка субпродуктов птицы электромагнитным полем сверхвысокой частоты обеспечивает значительное снижение микробной обсеменённости сырья. В большинстве опытов наблюдалось уменьшение количества микроорганизмов на несколько порядков по сравнению с исходным уровнем, что свидетельствует о высокой эффективности данного способа обеззараживания.

Установлено, что одним из основных факторов, определяющих эффективность процесса, является удельная мощность подводимой энергии. С увеличением мощности наблюдалось более интенсивное снижение микробной обсеменённости, что связано с ускоренным достижением температур, необходимых для инактивации микроорганизмов.

Полученные результаты подтверждают перспективность применения сверхвысокочастотной обработки при переработке сырья птицеводства. Предложенный способ обеспечивает высокую степень микробиологической безопасности при сохранении пищевой ценности и хороших органолептических характеристик продукции птицепереработки.

Полученные экспериментальные данные позволили установить характер изменения основных показателей качества сырья птицеводства в зависимости от режимов сверхвысокочастотной обработки. Анализ результатов показал, что увеличение удельной мощности подводимой энергии сопровождается ускорением нагрева сырья птицы и более интенсивным снижением микробной обсеменённости. При этом существенное значение имеет время обработки, определяющее глубину термического воздействия на внутренние слои продукта. Рациональное сочетание мощности и продолжительности обработки позволяет обеспечить необходимый уровень обеззараживания без заметного ухудшения технологических характеристик сырья птицеводства.

Установлено, что при недостаточной интенсивности нагрева не достигается необходимая температура в центральной части образцов, что приводит к сохранению части микрофлоры. При

увеличении удельной мощности происходит более быстрый рост температуры, обеспечивающий эффективное подавление микроорганизмов во всём объёме продукта. Вместе с тем чрезмерное повышение мощности может вызывать локальный перегрев и частичное обезвоживание отдельных участков сырья птицы. Поэтому выбор рациональных режимов обработки должен учитывать необходимость равномерного распределения температуры по всему объёму перерабатываемого материала.

В ходе исследований установлено, что сверхвысокочастотная обработка обеспечивает устойчивое снижение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в субпродуктах птицы. В большинстве случаев достигалось уменьшение микробной обсеменённости на несколько порядков, что свидетельствует о высокой эффективности применяемого метода обеззараживания. Наибольший эффект наблюдался при обработке жиросодержащего сырья птицы, что связано с интенсивным поглощением электромагнитной энергии белково-жировыми компонентами продукта.

Важным результатом проведённых исследований является установление влияния режимов обработки на органолептические свойства сырья птицеводства. Обработанные образцы сохраняли естественный цвет и внешний вид, характерные для свежих субпродуктов птицы. Отсутствие выраженных признаков перегрева свидетельствует о мягком характере теплового воздействия при использовании сверхвысокочастотного нагрева. Запах обработанного сырья соответствовал нормальным показателям и не содержал посторонних оттенков, связанных с развитием процессов окисления жиров.

Консистенция обработанных субпродуктов птицы оставалась достаточно плотной и упругой, что свидетельствует о сохранении структуры белковых тканей. Незначительное уплотнение структуры наблюдалось при повышенных значениях удельной мощности, однако данные изменения не оказывали отрицательного влияния на технологические свойства перерабатываемого сырья. Средние значения органолептической оценки находились на уровне высоких показателей, что подтверждает возможность использования рассматриваемого способа обработки при промышленной переработке продукции птицеводства.

Результаты физико-химических исследований показали, что сверхвысокочастотная обработка сопровождается умеренным снижением массовой доли влаги в сырье птицы. Данное явление связано с испарением части свободной воды в процессе нагрева. Снижение влажности способствует повышению устойчивости сырья при последующем хранении и транспортировании, а также создаёт более благоприятные условия для дальнейшей переработки.

Относительное увеличение содержания белка и жира в обработанных образцах обусловлено главным образом уменьшением доли влаги. При этом абсолютные потери питательных веществ были незначительными, что свидетельствует о щадящем характере воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты на сырьё птицеводства. Сохранение белковых и жировых компонентов имеет важное значение для последующего использования субпродуктов птицы при производстве кормовой и пищевой продукции.

Особое внимание в ходе исследований уделялось процессу выделения жира из жиросодержащего сырья птицы. Установлено, что использование сверхвысокочастотного нагрева способствует интенсивному разрушению клеточных структур и высвобождению жировой фракции. Это обеспечивает повышение выхода жира по сравнению с традиционными способами тепловой обработки. Получаемый жир характеризовался однородной консистенцией и отсутствием выраженных признаков термического разложения.

Интенсивное выделение жира объясняется особенностями объёмного нагрева, при котором энергия подводится непосредственно к внутренним слоям сырья птицы. В результате происходит равномерный прогрев всего объёма материала, что способствует эффективному протеканию процессов плавления и отделения жировой фракции. Такой характер нагрева позволяет сократить продолжительность технологического процесса и повысить производительность оборудования.

Важным преимуществом рассматриваемого способа переработки является снижение энергетических затрат. Расчёты показали, что применение сверхвысокочастотного нагрева позволяет уменьшить расход энергии по сравнению с традиционными методами тепловой обработки, основанными на использовании пара или горячей воды. Это связано с тем, что энергия подводится непосредственно к перерабатываемому сырью птицы, что снижает тепловые потери и повышает общий коэффициент полезного действия оборудования.

Повышение энергетической эффективности переработки имеет существенное значение для предприятий птицеперерабатывающей промышленности, где перерабатываются значительные объёмы вторичного сырья. Снижение энергозатрат способствует уменьшению себестоимости продукции и повышению конкурентоспособности предприятий.

Проведённые исследования позволили определить рациональные режимы обработки сырья птицеводства с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Установлено, что оптимальные значения удельной мощности обеспечивают эффективное

обеззараживание сырья при сохранении его качественных характеристик и высокой энергетической эффективности процесса. При выбранных режимах обработки достигается равномерный прогрев материала без значительного перегрева отдельных участков.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения сверхвысокочастотной обработки при переработке жиросодержащего сырья птицеводства. Использование данного метода позволяет обеспечить комплексное использование побочных продуктов птицепереработки, повысить выход готовой продукции и улучшить её качественные показатели.

Применение энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты открывает широкие возможности для совершенствования технологических процессов переработки продукции птицеводства. Разработанные режимы обработки могут быть использованы при создании промышленного оборудования и внедрении ресурсосберегающих технологий переработки сырья птицы. Предлагаемые технологические решения обеспечивают эффективное обеззараживание сырья птицеводства, повышение выхода жировой продукции и снижение энергозатрат, что подтверждает перспективность их использования в условиях промышленного производства.

Список литературы

1. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
2. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 198-202. - EDN: XYKUTJ.
3. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин, Г.В. Новикова, П.В. Зайцев, О.В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 1 (52). - С. 89-93. - DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. - EDN: VIRJWQ.
4. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016. - EDN: LFQEUF.
5. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.
6. Крайнов, Ю.Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю.Е. Крайнов, О.В. Михайлова, Н.К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 2 (42). - С. 6-12. - DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. - EDN: XREQAX.
7. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Коробков А.Н., Осокин В.Л., Белов А.А., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2586160 C1, 10.06.2016. Заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014. - EDN: ZESFQT.
8. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья. Белов А.А., Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В. Патент на изобретение RU 2629159 C1, 24.08.2017. Заявка № 2016133524 от 15.08.2016. - EDN: HAXMCU.
9. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г.В. Новикова, Е.В. Воронов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 5 (103). - С. 154-160.
10. Шишкина, Т. П. Физиопрофилактическое устройство для прижизненной ощипки оперения гусей / Т.П. Шишкина, Н.К. Кириллов, О.В. Михайлова // Ветеринарный врач. - 2009. - № 1. - С. 38-40. - EDN: KVBMTV.
11. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И.Г. Ершова, М.Г. Сорокина, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. - 2013. - № 4-2 (80). - С. 83-86.
12. Жданкин, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, Н.К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. - 2017. - № 2 (69). - С. 61-71. - EDN: VVCJOP.
13. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. - 2018. - № 4 (29). - С. 229-236. - EDN: YQVOXJ.
14. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья в оболочке. Белова М.В., Белов А.А., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Селиванов И.М., Ершова И.Г. Патент на изобретение RU 2592861 C1, 27.07.2016. Заявка № 2015119313/07 от 21.05.2015. - EDN: ZEWEUX.
15. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Белов А.А., Белова М.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Дорофеева А.И., Селиванов И.М. Патент на изобретение RU 2584029 C1, 20.05.2016. Заявка № 2015102653/13 от 27.01.2015. - EDN: ZEROEH.
16. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.

17. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
18. Воронов, Е. В. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2024. - № 2(106). - С. 176-185. - DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. - EDN DCRAAX.
19. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
20. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
21. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM
22. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
23. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
25. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
26. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов: № 2023115058: заявл. 08.06.2023: опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
27. Новикова, Г. В. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. - 2023. - № 4(143). - С. 55-66. - DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. - EDN MIRJTR.
28. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
29. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
30. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
31. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
32. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В.
Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. - EDN: MTJVLT.
33. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.
34. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY.
35. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.

УДК 637.52:621.365.2

Коршиков Д. Д.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛАНЖА НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Рассматриваются научно-технические аспекты совершенствования переработки яичных продуктов в меланж с применением сверхвысокочастотной пастеризации. Обоснована необходимость внедрения объемного СВЧ-нагрева для обеспечения микробиологической безопасности при сохранении функционально-технологических свойств белково-липидной системы меланжа. Представлен анализ электрофизических характеристик продукта и конструктивных параметров резонаторной камеры, определяющих эффективность энергоподвода. Разработан подход к проектированию непрерывно-поточной установки, обеспечивающей равномерный прогрев и сокращение времени термообработки. Полученные результаты подтверждают перспективность использования СВЧ-технологий в промышленной переработке яичных продуктов.

Ключевые слова: меланж, микробиологическая безопасность, непрерывно-поточная установка, пастеризация, резонаторная камера, СВЧ-нагрев, электрофизические свойства, яичные продукты.

Современное развитие птицеперерабатывающей отрасли характеризуется устойчивым ростом объемов глубокой переработки куриных яиц с получением жидких яичных продуктов, среди которых меланж занимает ключевое место как универсальное сырье для хлебопекарной, кондитерской и пищевой промышленности. Увеличение промышленного производства меланжа обусловлено необходимостью рационального использования некондиционного яйца, оптимизации логистики и повышения санитарной безопасности продукции. В условиях роста требований к качеству и микробиологическим показателям особую актуальность приобретает совершенствование процессов пастеризации, обеспечивающих надежную инактивацию микрофлоры при сохранении функциональных свойств белково-липидной системы. Традиционные методы тепловой обработки не всегда позволяют достичь требуемого сочетания интенсивности нагрева и щадящего воздействия на структуру продукта, что обусловливает интерес к объемному электрофизическому энергоподводу. В этой связи разработка СВЧ-установки для пастеризации меланжа опирается на научные и инженерные решения, сформированные в области сверхвысокочастотной термообработки различного сельскохозяйственного сырья.

При создании резонаторной системы для обработки меланжа нами учитывались конструктивные решения, реализованные в установках с коаксиальными спиральными резонаторами для непрерывной термообработки сырья [1], а также в центробежных установках с воздействием электрофизических факторов [2]. Анализ сферических и квазирезонаторных систем позволил определить закономерности распределения электромагнитного поля в нагруженной камере [3], что подтверждается результатами моделирования электродинамических процессов [4]. Конструктивные особенности усеченных конических резонаторов и источников энергоподвода были учтены при выборе геометрии рабочей зоны [5], а принципы промышленной реализации микроволновых установок для жиросодержащего сырья позволили оценить эксплуатационные параметры оборудования [6]. Исследования по интенсификации процессов термообработки в СВЧ-поле показали возможность сокращения времени нагрева при сохранении технологических характеристик продукта [7], что дополнительно подтверждено патентными разработками непрерывных систем обеззараживания [8]. Практический опыт применения тороидальных резонаторов в непрерывных установках был использован для оптимизации конфигурации рабочей камеры [9].

Методические подходы к расчету параметров СВЧ-конвективных установок и распределению плотности мощности в рабочем объеме опирались на исследования по сушке сельскохозяйственного сырья [10], а также на патентные решения непрерывно-поточных систем с эндогенно-конвективным нагревом [11]. Конструктивные схемы с тороидальными и астроидальными резонаторами позволили проанализировать варианты пространственного распределения поля [12], что дополняется опытом создания многорезонаторных камер [13]. Международные исследования микроволновых конвективных сушилок подтвердили эффективность комбинированных методов энергоподвода [14], а разработка барабанов-резонаторов непрерывного действия позволила оценить возможности равномерного прогрева материала [15]. Обоснование режимов работы установок с поярусным расположением резонаторов способствовало уточнению принципов распределения мощности [16], а сравнительная оценка конструкционного исполнения различных СВЧ-систем позволила определить оптимальную компоновку оборудования [17].

При выборе материалов и геометрических параметров рабочей камеры учитывались решения с полуцилиндрическими резонаторами и направляющими элементами [18], а также методики расчета непрерывно-поточных установок с эллипсоидными резонаторами [19]. Технологические аспекты разделения фаз и обработки биологических сред были проанализированы на основе разработок по переработке воскового сырья [20], а оптимизация конструктивно-технологических режимов СВЧ-оборудования позволила сформировать критерии выбора мощности и времени воздействия [21]. Существенное влияние на методологию проектирования оказали исследования микроволновой пастеризации молока, продемонстрировавшие возможности объемного нагрева жидких сред [22], а также экспериментальные данные по динамике нагрева диэлектрических материалов в СВЧ-поле [22]. Опыт создания установок для термообработки отходов животного происхождения позволил учесть особенности санитарной надежности и непрерывности процесса [23].

Дополнительные сведения о конструкционных вариантах СВЧ-конвективных систем были получены при анализе работ по хмелесушилкам различного исполнения [24], включая установки с металлодиэлектрическими резонаторами [25] и полусферическими рабочими камерами [26]. Научно-технические основы разработки установок с СВЧ-энергоподводом для агропредприятий определили общие принципы интеграции оборудования в технологические линии [27], а опыт создания непрерывных установок для размораживания и разогрева биологических жидкостей позволил оценить особенности тепловой инерционности [28]. Конструкции с нетрадиционными резонаторами подтвердили перспективность адаптивной настройки частотных параметров [29], что было дополнительно раскрыто в международных публикациях по непрерывным системам нагрева [30]. Исследования по интенсификации извлечения жира диэлектрическим нагревом позволили уточнить механизмы объемного энергопоглощения [31], а разработки нестандартных резонаторных камер расширили представления о конфигурации рабочих зон [32]. Патентные решения с усеченными коническими резонаторами для обработки биологических сред подтвердили возможность стабильной работы в непрерывном режиме [33], а исследования по созданию СВЧ-воскотопок продемонстрировали особенности взаимодействия поля с многокомпонентными системами [34]. Результаты анализа радиоволновых установок для термообработки отходов животного происхождения позволили оценить влияние электромагнитного воздействия на микробиологические показатели сырья [35].

Разработка СВЧ-установки для пастеризации яичного меланжа базируется на комплексном анализе научных исследований и патентных решений в области сверхвысокочастотной обработки пищевого и сельскохозяйственного сырья. Опора на результаты моделирования электродинамических процессов, экспериментальных исследований тепловых режимов и практического опыта эксплуатации непрерывных установок позволила сформировать научно обоснованный подход к созданию оборудования для переработки яичных продуктов. Внедрение объемного СВЧ-нагрева в технологию пастеризации меланжа направлено на повышение микробиологической безопасности, сокращение времени обработки и сохранение функциональных свойств продукта, что соответствует современным требованиям к эффективности и качеству пищевого производства. Развитие технологии переработки куриных яиц в жидкие продукты, прежде всего в меланж, в современных условиях становится не просто направлением модернизации отдельных предприятий, а стратегической задачей повышения эффективности всего сектора птицепереработки. Увеличение объемов производства, концентрация мощностей, перераспределение потоков сырья и рост требований к санитарной надежности формируют необходимость внедрения принципиально новых методов тепловой обработки. Меланж как смесь белка и желтка представляет собой сложную коллоидную систему с высоким содержанием влаги и биологически активных компонентов, что обуславливает одновременно его ценность и уязвимость к избыточному термическому воздействию. С одной стороны, требуется гарантированное снижение микробной обсемененности до нормативных показателей, с другой – необходимо сохранить функциональные свойства белков и липидов, обеспечивающие пенообразование, эмульгирование, вязкость и стабильность структуры в конечных пищевых продуктах.

Традиционная пастеризация меланжа осуществляется в пластинчатых или трубчатых теплообменниках, где нагрев происходит за счет передачи тепла от теплоносителя через стенку аппарата к продукту. Такой способ обладает высокой степенью отработанности, но имеет фундаментальное ограничение – тепловой поток направлен от поверхности к центру слоя, что создает температурные градиенты. При высокой производительности линии и увеличенной толщине потока возникает риск недогрева центральных зон либо, наоборот, перегрева приграничных слоев. Для компенсации этого эффекта увеличивают время выдержки или температуру, однако при превышении 65 °C начинается активная денатурация овальбумина и других белков, приводящая к ухудшению функциональных свойств. В результате производитель оказывается перед технологическим компромиссом между безопасностью и качеством.

Применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты принципиально меняет характер теплоподвода. При частоте 2450 МГц энергия передается непосредственно в объем продукта за счет

взаимодействия переменного электрического поля с дипольными молекулами воды и ионной составляющей раствора. В меланже, содержащем 73–75 % влаги, этот механизм является доминирующим. Под действием поля молекулы воды совершают вынужденные колебательные движения, сопровождающиеся внутренним трением и выделением тепла. В отличие от кондуктивного нагрева, процесс начинается во всем объеме одновременно, что сокращает время выхода на пастеризационную температуру и уменьшает температурные градиенты.

Эффективность объемного нагрева определяется диэлектрическими характеристиками продукта. Относительная диэлектрическая проницаемость меланжа в диапазоне рабочих температур составляет 55–65, что свидетельствует о высокой поляризуемости среды. Мнимая составляющая комплексной проницаемости, отражающая диэлектрические потери, находится в пределах 18–25, что обеспечивает интенсивное поглощение энергии. Тангенс угла диэлектрических потерь 0,30–0,45 указывает на значительную способность преобразовывать электромагнитную энергию в тепловую. При этом длина волны в среде сокращается до 1,5–1,6 см, что необходимо учитывать при проектировании резонаторной камеры. Глубина проникновения поля в меланже составляет 15–25 мм, и этот параметр определяет допустимую толщину обрабатываемого слоя без риска формирования «холодных зон».

Проектирование СВЧ-установки для пастеризации меланжа требует комплексного учета электродинамических, теплотехнических и гидродинамических факторов. Резонаторная камера должна обеспечивать устойчивый режим стоячей или квазистоячей волны при загрузке диэлектрической средой с высокой ε′. При заполнении рабочей полости меланжем происходит смещение резонансной частоты и изменение добротности системы. Если не предусмотреть согласующие элементы, отраженная мощность может достигать критических значений, приводящих к перегрузке магнетрона. Поэтому в конструкции целесообразно применять регулируемые элементы настройки – перемещаемые короткозамыкатели, диафрагмы или автоматические тюнеры, позволяющие поддерживать коэффициент стоячей волны на безопасном уровне.

Тепловой расчет установки основывается на определении количества энергии, необходимой для нагрева заданной массы продукта. При удельной теплоемкости 3,2–3,6 кДж/(кг·К) и повышении температуры с 20 до 62 °С на каждый килограмм требуется около 140 кДж тепла. При производительности 1200 кг/ч суммарный тепловой поток превышает 160 МДж/ч, что соответствует полезной мощности порядка 45–50 кВт. С учетом КПД генераторов 60–70 % установленная электрическая мощность должна составлять 70–80 кВт. Рационально использовать модульную компоновку из нескольких источников по 5–10 кВт, что обеспечивает гибкость регулирования и повышает надежность.

Гидродинамика движения меланжа в зоне обработки оказывает существенное влияние на равномерность прогрева. Ламинарный режим может привести к стратификации температуры по сечению канала, тогда как чрезмерная турбулентность способна вызвать вспенивание и нарушение структуры. Оптимальным является умеренно турбулентный режим, при котором обеспечивается обновление поверхностных слоев и выравнивание температурного профиля без разрушения коллоидной системы. Конструктивно это достигается использованием спиральных направляющих, статических смесителей или коаксиальных трубчатых каналов.

Микробиологическая эффективность СВЧ-пастеризации обусловлена не только достигнутой температурой, но и скоростью нагрева. Быстрый выход на 60–65 °С сокращает время пребывания микроорганизмов в диапазоне сублетальных температур, что снижает вероятность их адаптации. Экспериментальные данные показывают возможность снижения общей микробной обсемененности на 4–5 логарифмических порядков при времени воздействия менее 60 с. При этом важно обеспечить равномерность температурного поля, поскольку даже локальное отклонение на 2–3 °С может снизить эффективность инактивации.

Функциональные свойства меланжа после обработки являются ключевым критерием оценки технологии. Сохранение пенообразующей способности на уровне 85–90 % от исходной и стабильности эмульсии свидетельствует о щадящем характере нагрева. При превышении 65 °С наблюдается коагуляция белков и увеличение вязкости, что нежелательно для большинства применений. Сокращение времени теплового воздействия в СВЧ-режиме позволяет минимизировать глубину денатурации и сохранить структуру белково-липидного комплекса.

Энергетические преимущества СВЧ-технологии проявляются в снижении удельных энергозатрат на 10–20 % по сравнению с традиционными пастеризаторами. Дополнительный эффект достигается за счет уменьшения тепловой инерционности оборудования: установка выходит на рабочий режим в течение нескольких минут и практически не требует прогрева теплоносителя. Компактность резонаторных камер позволяет сократить производственные площади и облегчает интеграцию в существующие линии.

Важным аспектом является обеспечение электромагнитной безопасности. Камера должна быть экранирована таким образом, чтобы уровень утечки излучения не превышал допустимых норм. Все элементы, контактирующие с продуктом, изготавливаются из коррозионностойких материалов,

пригодных для санитарной обработки. Предусматривается система автоматической мойки с циркуляцией моющих растворов, что предотвращает образование биопленок и вторичную контаминацию.

Перспективным направлением развития является применение твердотельных генераторов с возможностью плавной перестройки частоты. Это позволяет компенсировать изменения диэлектрических свойств продукта при колебаниях температуры и состава, поддерживая оптимальные резонансные условия. Интеллектуальные системы управления, основанные на датчиках температуры и отраженной мощности, обеспечивают автоматическую корректировку режима в реальном времени.

Внедрение СВЧ-пастеризации в промышленное производство меланжа требует комплексной валидации процесса, включающей температурное картирование, микробиологические испытания и анализ воспроизводимости режимов. Необходимо подтвердить стабильность достижения нормативных показателей при различных вариантах исходного сырья. Практический опыт показывает, что при корректной настройке системы достигается устойчивый результат при переработке как кондиционных, так и некондиционных яиц.

Переход к объемному СВЧ-нагреву в технологии переработки яичных продуктов открывает новые возможности повышения эффективности, энергоэкономичности и санитарной надежности производства. Комплексный учет электрофизических свойств меланжа, грамотное проектирование резонаторной камеры и оптимизация гидродинамического режима обеспечивают сокращение времени обработки в 1,5–3 раза при сохранении функциональных характеристик продукта. В условиях роста требований к безопасности и качеству пищевой продукции данное направление представляет собой перспективную основу для дальнейшего технологического развития предприятий глубокой переработки яиц.

Дальнейшее развитие технологии СВЧ-пастеризации меланжа связано с углублённым анализом физико-химических процессов, протекающих в продукте при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты, а также с оптимизацией конструктивных параметров оборудования с учётом реальных производственных условий. Меланж представляет собой термодинамически неустойчивую, но кинетически стабилизированную систему, в которой белковые молекулы, липопротеиновые комплексы желтка, минеральные вещества и водная фаза находятся в сложном взаимном взаимодействии. Любое тепловое воздействие вызывает изменение конформации белков, перераспределение влаги и изменение вязкостных характеристик. При традиционном нагреве эти процессы носят выраженный градиентный характер, тогда как при СВЧ-обработке их динамика определяется объёмным распределением плотности мощности в рабочей камере.

Особое значение имеет температурная зависимость диэлектрических параметров. В диапазоне от 20 до 65 °C происходит постепенное изменение структуры водной фазы и подвижности ионов, что отражается на величинах ε' и ε''. При нагреве до пастеризационных температур может наблюдаться незначительное снижение действительной части диэлектрической проницаемости и изменение мнимой составляющей, что влияет на коэффициент поглощения энергии. Это создаёт обратную связь между температурным состоянием продукта и распределением электромагнитного поля. В определённых условиях возможно возникновение локального усиления нагрева в зонах повышенной концентрации солей или белковых агрегатов. Для предотвращения такого эффекта конструкция камеры должна обеспечивать максимально равномерное распределение поля и исключать стоячие волны с выраженными максимумами напряжённости.

При промышленной производительности 1,5–2,0 т/ч особую роль играет стабильность подачи продукта в рабочую зону. Колебания расхода даже на 5–10 % могут изменить толщину потока и, следовательно, глубину эффективного прогрева. Поэтому насосное оборудование и система управления должны обеспечивать постоянный массовый расход и минимальные пульсации давления. Практика показывает, что использование шнековых или роторных насосов с частотным регулированием позволяет поддерживать стабильность потока в пределах ±2 %, что существенно повышает воспроизводимость результатов пастеризации.

Дополнительным фактором является вязкость меланжа, которая зависит от температуры и соотношения белковой и липидной фракций. При повышении температуры до 50–55 °C вязкость несколько снижается за счёт увеличения подвижности молекул, однако при дальнейшем нагреве возможно начало структурных изменений, приводящих к её росту. В условиях СВЧ-нагрева, характеризующегося быстрым увеличением температуры, необходимо обеспечить, чтобы скорость прогрева не вызывала локальной коагуляции. Это достигается подбором оптимальной удельной мощности и длины зоны воздействия, при которой время пребывания продукта в поле составляет 30–60 с.

Микробиологическая безопасность меланжа определяется инактивацией как вегетативных форм бактерий, так и потенциально присутствующих патогенных микроорганизмов. Объёмный характер нагрева способствует быстрому достижению летальных температур во всей массе продукта, однако контроль равномерности остаётся ключевым. Для валидации процесса проводится

температурное картирование с использованием волоконно-оптических датчиков, устойчивых к воздействию электромагнитного поля. Анализ температурных профилей позволяет выявить зоны возможного недогрева и скорректировать конфигурацию резонатора или параметры мощности.

Интересным аспектом является влияние СВЧ-обработки на функционально-технологические свойства меланжа. Пенообразующая способность определяется способностью белков адсорбироваться на границе раздела фаз и формировать устойчивую структуру пузырьков воздуха. При длительном традиционном нагреве белки частично денатурируют и теряют эту способность. Быстрая пастеризация в микроволновом поле ограничивает время теплового воздействия и позволяет сохранить до 90 % исходной пенообразующей активности. Аналогично, эмульгирующая способность желтка, связанная с присутствием фосфолипидов и липопротеинов, сохраняется при условии отсутствия перегрева выше 65 °С.

С точки зрения энергоэффективности важно учитывать не только суммарную мощность установки, но и распределение нагрузки между модулями. Модульная схема позволяет варьировать количество активных генераторов в зависимости от производительности линии. При снижении расхода возможно отключение части источников без нарушения режима, что снижает энергопотребление. Кроме того, уменьшение тепловой инерционности позволяет быстро переходить от режима к режиму, что особенно важно при переработке партий сырья с различной исходной температурой.

Интеграция СВЧ-пастеризатора в существующую технологическую схему переработки яиц требует согласования с операциями фильтрации, гомогенизации и охлаждения. После разбивания и сепарации яиц меланж проходит фильтрацию для удаления механических примесей и скорлупы, затем может подвергаться гомогенизации для стабилизации структуры. Включение СВЧ-модуля после этих операций обеспечивает обработку уже однородной среды, что повышает равномерность нагрева. После пастеризации продукт направляется в охладитель, где температура снижается до 4–6 °С, обеспечивая условия хранения и транспортировки.

Санитарная надёжность оборудования определяется возможностью полной очистки всех поверхностей, контактирующих с продуктом. Конструкция резонаторной камеры должна предусматривать отсутствие застойных зон и полостей, в которых может задерживаться меланж. Использование гладких поверхностей из нержавеющей стали и применение CIP-системы с автоматизированным циклом мойки позволяют поддерживать высокий уровень гигиены. Электромагнитные уплотнения и экранирующие элементы должны сохранять свои свойства при регулярной санитарной обработке.

Перспективы дальнейших исследований связаны с применением численного моделирования для оптимизации формы резонатора и распределения поля. Использование программных пакетов для расчёта электромагнитных и тепловых процессов позволяет заранее прогнозировать поведение системы при различных вариантах загрузки и мощности. Это сокращает объём экспериментальных испытаний и повышает точность проектирования. Дополнительно рассматривается возможность применения гибридных систем, сочетающих СВЧ-нагрев с инфракрасным или конвективным подогревом для выравнивания температуры на выходе.

Экономическая оценка внедрения СВЧ-пастеризации показывает, что при производительности 1500 кг/ч срок окупаемости оборудования может составлять 2–3 года за счёт снижения энергозатрат, уменьшения брака и повышения качества продукции. Дополнительным преимуществом является возможность переработки сырья с повышенной исходной микробной обсеменённостью без ухудшения функциональных свойств, что расширяет сырьевую базу предприятия.

Вторая стадия развития технологии СВЧ-пастеризации меланжа связана с переходом от лабораторных и пилотных установок к промышленным системам с высокой степенью автоматизации и адаптивного управления. Комплексное сочетание электродинамического расчёта, теплового анализа, гидродинамической оптимизации и микробиологической валидации формирует основу для создания надёжных и эффективных установок нового поколения. Объёмный характер нагрева, сокращение времени обработки и сохранение функциональных свойств делают данную технологию перспективным направлением модернизации предприятий глубокой переработки яиц и повышения конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Список литературы

1. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.

2. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф.,

Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
3. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
4. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
5. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
6. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
7. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
8. СВЧ установка с коническим резонатором для термообработки и обеззараживания в непрерывном режиме жиросодержащих отходов убоя животных. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818824 C1, 06.05.2024. Заявка № 2023123874 от 15.09.2023. - EDN: JLVYNA.
9. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
10. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
11. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
12. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
13. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
14. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federation. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
15. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
16. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.
17. Просвирякова, М. В. Сравнительная оценка конструкционного исполнения СВЧ-конвективных хмелесушилок / М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой, Н.Г. Горячева, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова, П.М. Уманский, С.В. Сучугов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2023. - Т. 70. - № 1 (50). - С. 28-36. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-28-36. - EDN: GTUDIY.
18. СВЧ-конвективная хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и фторопластовыми гребенчатыми направляющими. Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Сбитнев Е.А., Горячева Н.Г., Зиганшин Б.Г. Патент на изобретение RU 2792675 C1, 23.03.2023. Заявка № 2022125158 от 26.09.2022. - EDN: RDYZRL.
19. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.

20. Способ вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П. Патент на изобретение RU 2789490 C1, 03.02.2023. Заявка № 2022111579 от 28.04.2022. - EDN: OAHGJL.
21. Шевелев, А.В. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки / А.В. Шевелев, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, Н.К. Кириллов, Г.М. Тобоев // Аграрная наука. -2022. - № 11. - С. 88-93. - DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93. - EDN: NHLBPI.
22. Микроволновый пастеризатор молока / Г. В. Новикова, Е. И. Меженина, А. А. Тихонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 126-133. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-98-6-126-133. – EDN KTQHQD.
22. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 6(133). – С. 32–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. – EDN CNOBQC.
23. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
24. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5 (144). С. 57-71. - DOI: 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. - EDN: DESJSC.
25. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Горячева Н.Г. // Вестник НГИЭИ. - 2022. - № 11 (138). - С. 45-56. - DOI: 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. - EDN: VVQODQ.
26. Патент № 2770628 C1 Российская Федерация, МПК F26B 15/04, F26B 3/347. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с полусферическим резонатором: № 2021136688: заявл. 13.12.2021: опубл. 19.04.2022 / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.]; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет". – EDN DTPCQU.
27. Новикова, Г.В. Научно-технические основы разработки установок С СВЧ-энергоподводом для переработки сырья агропредприятий / Новикова Г.В., Сторчевой В.Ф., Просвирякова М.В., Ершова И.Г., Горячева Н.Г. // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2023. Т. 70. № 1 (50). С. 18-27. - DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-1-18-27. - EDN: DVVZVK.
28. СВЧ-установка непрерывного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, А. А. Тихонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 108-113. – EDN ZCQHSU.
29. СВЧ установка с нетрадиционными резонаторами для размораживания разогрева коровьего молозива в непрерывном режиме. Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Тихонов А.А., Казаков А.В. Патент на изобретение RU 2732722 C1, 22.09.2020. Заявка № 2020107761 от 19.02.2020. - EDN: LENKJD.
30. Installations for defrosting and warming colostrum in continuous mode / G. Novikova, O. Mikhailova, M. Prosviryakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012007. – EDN ZENRXY.
31. Просвирякова, М. В. Интенсификация процесса извлечения жира из жиросодержащего сырья диэлектрическим нагревом / М. В. Просвирякова, А. А. Тихонов, Б. Г. Зиганшин, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 96–105. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-100-109. – EDN VMESJJ.
32. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.
33. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива/ Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.
34. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.
35. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 198-202. - EDN: XYKUTJ.

УДК 637.52:621.365.2

Коршиков Д. Д.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

РАЗРАБОТКА ПРОТОЧНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ЯИЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Рассматривается совершенствование технологии переработки яичных продуктов в меланж с применением сверхвысокочастотной пастеризации. Обоснована необходимость внедрения объемного СВЧ-нагрева в условиях роста производства жидких яичных продуктов и повышения требований к их микробиологической безопасности. Представлены результаты анализа электрофизических и теплофизических свойств меланжа, определяющих параметры проектирования резонаторной камеры. Разработана конструкция проточной СВЧ-установки, обеспечивающая равномерный нагрев продукта при температуре 60–65 °С и сокращение времени обработки до 30–60 с. Установлено, что применение микроволновой пастеризации позволяет снизить энергозатраты на 10–20 % и обеспечить снижение микробной обсеменённости на 4–5 логарифмических порядков. Полученные результаты подтверждают перспективность использования СВЧ-энергоподвода для повышения эффективности и безопасности производства яичного меланжа.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, переработка яиц, СВЧ-пастеризация, резонатор, электрофизические свойства, энергоэффективность, яичный меланж,

Современный этап развития агропромышленного комплекса характеризуется устойчивым ростом глубокой переработки куриных яиц с получением жидких и сухих яичных продуктов, среди которых меланж занимает ключевое место как универсальное и технологически востребованное сырьё для хлебопекарной, кондитерской и перерабатывающей промышленности. Увеличение объёмов производства меланжа обусловлено как расширением промышленного спроса, так и необходимостью рационального использования некондиционных яиц, что повышает требования к санитарной надёжности и энергоэффективности технологических линий. В условиях высокой исходной микробной обсеменённости сырья особое значение приобретает совершенствование процессов пастеризации, направленных на обеспечение стабильного снижения микробной нагрузки при сохранении функциональных свойств белково-липидной системы продукта.

Традиционные методы тепловой обработки меланжа, основанные на поверхностном теплообмене, не всегда обеспечивают требуемую интенсивность нагрева при одновременном сохранении качества продукта. В связи с этим всё большее внимание уделяется технологиям объемного подвода энергии, в частности использованию электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Научные основы проектирования СВЧ-установок для термообработки пищевого и сельскохозяйственного сырья получили развитие в работах, посвящённых разработке биконических резонаторов и систем с СВЧ-энергоподводом [1], а также в исследованиях нестандартных резонаторных камер для переработки жиросырья [2]. Практическая реализация СВЧ-нагрева в непрерывных и периодических установках различного назначения продемонстрирована в публикациях по вытопке воска и обработке биологического сырья [3], а также в патентных решениях для проточных систем с усечёнными коническими резонаторами [4].

Значительный вклад в развитие технологий обеззараживания и термообработки сырья в электромагнитном поле внесён исследованиями, направленными на создание установок непрерывного действия [5], а также работами по применению электрофизических факторов в аграрном производстве [6]. Опыт проектирования радиоволновых и микроволновых систем для обработки отходов животного происхождения показал перспективность объемного энергоподвода для инактивации микрофлоры [7], что подтверждается анализом конструкций рабочих камер и их влияния на распределение электромагнитного поля [8]. Конструктивные особенности микроволновых установок для размораживания и нагрева биологических жидкостей раскрыты в патентных разработках и исследованиях специализированных камер [9], а также в работах по обеззараживанию зерна и продуктов его переработки [10].

Методические подходы к расчёту параметров установок с движущимися источниками СВЧ-энергии изложены в исследованиях по интенсификации термообработки сельскохозяйственного сырья [11], а также подтверждены патентами на установки для обеззараживания комбикормов [12] и зерновых продуктов [13]. Современные тенденции в проектировании резонаторных систем отражены в патентных решениях с тороидальными рабочими камерами для переработки жиросодержащего сырья [14], а также в разработках со сферическими резонаторами непрерывного действия [15]. Дополнительные конструктивные решения, учитывающие воздействие электрофизических факторов в центробежных системах, представлены в изобретениях для обработки отходов животного происхождения [16], а также в установках с коаксиальными спиральными резонаторами [17].

Теоретическое моделирование электродинамических процессов в квазирезонаторных системах, позволяющее прогнозировать распределение поля и тепловых потоков, раскрыто в работах по численному анализу СВЧ-установок [18], а практическая реализация данных подходов продемонстрирована в патентных решениях для усечённых конических резонаторов [19]. Вопросы промышленной эксплуатации микроволновых установок и их интеграции в технологические линии отражены в публикациях по созданию установок для термообработки жиросодержащего сырья [20], а также в исследованиях по интенсификации процессов под воздействием СВЧ-энергии [21].

Важным направлением научных исследований является разработка СВЧ-конвективных систем для сушки и термообработки растительного сырья, что позволило сформировать методологическую базу расчёта многорезонаторных камер и распределённых источников энергии [23], а также выполнить расчёт и проектирование установок с эллипсоидными резонаторами непрерывного действия [24]. Международные исследования в области микроволновой конвективной сушки подтвердили эффективность комбинированных методов энергоподвода [25], что нашло отражение в патентных разработках многорезонаторных сушилок [26] и установок с тороидальными и астроидальными рабочими камерами [27]. Конструкции непрерывно-поточных сушилок с эндогенно-конвективным нагревом показали возможности повышения равномерности распределения температуры [28].

Отдельное направление исследований связано с оптимизацией режимов работы СВЧ-установок для переработки воскового и жиросодержащего сырья, что позволило сформировать принципы рационального выбора мощности и времени обработки [29], а также изучить динамику нагрева материалов в электромагнитном поле [30]. Теоретическое обоснование электродинамических параметров полусферических резонаторов расширило представления о формировании стоячих волн в нагруженных камерах [31], а патентные решения по способам переработки биологического сырья подтвердили практическую применимость данных подходов [32]. Оптимизация конструктивно-технологических режимов СВЧ-установок отражена в комплексных исследованиях параметров энергоподвода [33].

Развитие СВЧ-конвективных сушилок непрерывного действия с барабанами-резонаторами позволило уточнить методики расчёта геометрических параметров рабочих камер [34], а обоснование режимов работы установок с поярусным расположением резонаторов обеспечило повышение равномерности теплового воздействия [35]. Указанные научные и патентные источники сформировали теоретическую и экспериментальную базу, на которую опиралась настоящая разработка СВЧ-пастеризационной установки для обработки яичного меланжа.

Создание эффективной технологии пастеризации меланжа в электромагнитном поле сверхвысокой частоты основывается на накопленном опыте проектирования резонаторных систем различной конфигурации, моделировании электродинамических процессов и оптимизации режимов работы СВЧ-оборудования. Опора на результаты фундаментальных и прикладных исследований позволила сформировать научно обоснованный подход к разработке установки, учитывающей электрофизические свойства меланжа, требования микробиологической безопасности и условия промышленной эксплуатации. Современное развитие отрасли глубокой переработки яиц в Российской Федерации характеризуется устойчивым увеличением объёмов производства жидких яичных продуктов, среди которых особое место занимает меланж как универсальное сырьё для хлебопекарной, кондитерской, мясоперерабатывающей и других отраслей пищевой промышленности. За последние годы наблюдается стабильный рост производства меланжа, что связано не только с расширением внутреннего спроса, но и с трансформацией структуры птицеводства, ориентированной на снижение доли реализации яйца в скорлупе и увеличение глубины переработки. Производственные объёмы меланжа в стране достигли 55–59 тыс. тонн в год, при этом значительная часть переработки сосредоточена в регионах с развитым птицеводством, где мощность отдельных предприятий достигает 15–20 т/сутки. Увеличение масштабов переработки сопровождается ростом требований к качеству и микробиологической безопасности продукции, что требует модернизации существующих технологических линий и внедрения энергоэффективных методов пастеризации.

Традиционные теплообменные пастеризационные установки, применяемые для обработки меланжа, основаны на передаче тепла через стенку аппарата от нагретого теплоносителя к продукту. Несмотря на технологическую отработанность и относительную простоту эксплуатации, такие системы обладают рядом ограничений, особенно при переработке некондиционного сырья. Яйца с дефектами скорлупы, загрязнениями или иными отклонениями характеризуются повышенной микробной обсеменённостью, достигающей 10^5–10^6 КОЕ/г, что требует более интенсивных режимов термической обработки. Повышение температуры или увеличение времени выдержки в традиционных пастеризаторах приводит к частичной денатурации белков, ухудшению эмульгирующих и пенообразующих свойств, изменению вязкости и снижению технологической ценности меланжа. Одновременно возрастает риск неравномерного прогрева при высокой производительности, что затрудняет стабильное достижение нормативных показателей микробиологической безопасности, регламентированных действующими санитарными требованиями.

В этих условиях особую актуальность приобретает применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты для пастеризации жидких яичных продуктов. Принцип СВЧ-нагрева основан на прямом преобразовании энергии электромагнитного поля в тепловую внутри объёма продукта. В отличие от классического теплообмена, при котором нагрев начинается с поверхности и распространяется внутрь за счёт теплопроводности, микроволновая обработка обеспечивает объёмный подвод энергии и позволяет значительно сократить продолжительность процесса. Сокращение времени термического воздействия в 1,5–3 раза при сохранении предельной температуры нагрева в диапазоне 60–65 °C способствует уменьшению глубины денатурации белков и сохранению функциональных характеристик меланжа, что особенно важно для его промышленного применения.

Эффективность СВЧ-пастеризации напрямую определяется электрофизическими свойствами продукта. Меланж представляет собой сложную дисперсную систему, включающую 73–75 % влаги, 12–13 % белков, 10–11 % липидов и минеральные вещества. Его взаимодействие с электромагнитным полем описывается комплексной диэлектрической проницаемостью, включающей действительную часть ε′ и мнимую часть ε″. При рабочей частоте 2450 МГц относительная диэлектрическая проницаемость меланжа составляет 55–65, для яичного белка – 65–75, а для желтка – 35–45. Высокие значения ε′ обусловлены значительным содержанием воды и растворённых ионов, что приводит к уменьшению длины электромагнитной волны в продукте до 1,5–1,6 см по сравнению с 12,24 см в свободном пространстве. Это обстоятельство является принципиальным при расчёте геометрических размеров резонатора, поскольку его параметры должны быть кратны длине волны в диэлектрически нагруженной среде.

Не менее важным параметром являются диэлектрические потери ε″, характеризующие способность продукта поглощать электромагнитную энергию и преобразовывать её в тепло. Для меланжа они находятся в диапазоне 18–25, а для белка могут достигать 30, что соответствует тангенсу угла диэлектрических потерь 0,30–0,45. Такие значения свидетельствуют о высокой эффективности поглощения энергии, но одновременно приводят к уменьшению глубины проникновения СВЧ-поля, которая для меланжа составляет 15–25 мм. При увеличении толщины слоя продукта возрастает вероятность образования температурных градиентов и «холодных зон», представляющих риск с точки зрения микробиологической безопасности. Поэтому проектирование установки должно предусматривать либо ограничение толщины слоя, либо организацию интенсивного, но контролируемого перемешивания.

Физико-механические свойства меланжа дополняют электрофизическую характеристику и определяют динамику нагрева и выравнивания температуры. Плотность продукта составляет 1050–1100 кг/м³, удельная теплоёмкость – 3,2–3,6 кДж/(кг·К), теплопроводность – 0,50–0,55 Вт/(м·К). Высокая теплоёмкость требует подвода значительного количества энергии для повышения температуры даже на 1–2 °C, особенно при массовом расходе 1000–1500 кг/ч. В условиях СВЧ-нагрева данный фактор компенсируется высокой удельной мощностью излучателей, достигающей 5–10 кВт на функциональный модуль, что позволяет обеспечить интенсивный прогрев без чрезмерного увеличения времени обработки.

При проектировании СВЧ-пастеризационной установки особое внимание уделяется выбору типа резонатора. Наиболее перспективными для обработки меланжа являются проточные резонаторные системы, обеспечивающие контролируемое распределение электромагнитного поля. В отличие от многорежимных камер, используемых для обработки упакованных продуктов, специализированные резонаторы позволяют адаптировать геометрию под конкретные диэлектрические параметры продукта. При загрузке камеры меланжем с ε′ порядка 60 происходит смещение резонансной частоты на 20–30 % по сравнению с пустой полостью, что требует корректировки конструкции и применения согласующих устройств для минимизации отражённой мощности и повышения коэффициента полезного действия.

Технологическая эффективность СВЧ-пастеризации проявляется в снижении суммарного энергопотребления на 10–20 % по сравнению с традиционными системами за счёт сокращения времени нагрева и уменьшения тепловых потерь. Дополнительным преимуществом является компактность оборудования: при производительности 1–2 т/ч площадь, занимаемая СВЧ-установкой, может быть на 30–40 % меньше, чем у классических пастеризаторов. Это облегчает интеграцию в существующие производственные линии и реконструкцию действующих цехов без значительных капитальных вложений в инфраструктуру.

Микробиологическая эффективность процесса определяется не только достигнутой температурой, но и скоростью её повышения. Быстрый объёмный нагрев сокращает время пребывания микроорганизмов в сублетальном диапазоне температур и способствует снижению общего микробного числа на 4–5 логарифмических порядков при сохранении температуры не выше 64–65 °C и времени воздействия менее 60 с. При этом важнейшим условием остаётся равномерность температурного поля, достижимая только при учёте диэлектрических характеристик меланжа и корректном расчёте параметров резонатора.

Комплексное исследование электрофизических и теплотехнических свойств меланжа позволяет сформировать научно обоснованную методику проектирования СВЧ-пастеризационных установок. Высокие значения диэлектрической проницаемости и потерь определяют длину волны в продукте, глубину проникновения поля и геометрические размеры рабочей камеры. Физико-механические параметры задают энергозатраты и режимы нагрева при заданной производительности. Игнорирование этих факторов приводит к снижению эффективности и нестабильности микробиологических показателей, тогда как их системный учёт обеспечивает достижение нормативных требований, повышение качества продукции и энергоэффективность производства.

Переход к СВЧ-пастеризации меланжа является логичным этапом технологической модернизации предприятий глубокой переработки яиц. Объёмный подвод энергии, сокращение времени обработки, сохранение функциональных свойств белково-липидной системы и снижение энергозатрат формируют предпосылки для повышения конкурентоспособности отечественных производителей. Разработка специализированных установок, учитывающих электрофизические характеристики продукта и реальные объёмы переработки, позволяет создать устойчивую технологическую платформу для дальнейшего развития отрасли и обеспечения стабильного качества и безопасности яичных продуктов.

Дальнейшее развитие концепции СВЧ-пастеризации меланжа требует более глубокого анализа взаимосвязи электрофизических параметров продукта, гидродинамики потока и кинетики микробиологической инактивации в условиях объёмного нагрева. В промышленной практике ключевым вопросом становится не только достижение требуемой температуры 60–65 °C, но и обеспечение её равномерного распределения во всём объёме обрабатываемого продукта при непрерывной подаче с производительностью 1–2 т/ч и более. При массовом расходе 1000–1500 кг/ч даже незначительные локальные отклонения температурного поля могут приводить к сохранению жизнеспособной микрофлоры, особенно если исходная контаминация составляет 10^5–10^6 КОЕ/г. Поэтому задача проектирования установки сводится к синтезу электродинамической, тепловой и технологической моделей процесса.

В электродинамическом аспекте загрузка резонатора жидким меланжем с ε' порядка 60 существенно изменяет характер распределения поля по сравнению с пустой полостью. Снижается собственная частота, изменяется добротность системы, перераспределяется плотность мощности. При отсутствии корректной настройки это приводит к росту отражённой мощности, перегрузке магнетрона и снижению КПД. Практический опыт показывает, что смещение резонансной частоты может достигать 20–30 %, а коэффициент стоячей волны без согласования возрастает до 2–3, что недопустимо для стабильной работы оборудования. Следовательно, в конструкции должны предусматриваться элементы согласования – подвижные короткозамыкатели, диафрагмы, перестраиваемые штыри или автоматические тюнеры, позволяющие поддерживать оптимальные условия при изменении состава и температуры продукта.

Температурная зависимость диэлектрических характеристик является дополнительным фактором, усложняющим расчёт. По мере нагрева ε' и ε'' изменяются, что может усиливать локальный нагрев в отдельных зонах. При повышении температуры до 60 °C наблюдается умеренное снижение ε' и одновременное изменение ε'', влияющее на интенсивность поглощения энергии. Если система не оснащена обратной связью по температуре и мощности, возможно возникновение перегретых областей. Поэтому промышленная СВЧ-установка должна включать систему автоматического регулирования, основанную на контроле температуры на выходе, измерении отражённой мощности и корректировке подводимой энергии в режиме реального времени.

С теплотехнической точки зрения необходимо учитывать, что для нагрева 1 кг меланжа на 1 °C требуется в среднем 3,2–3,6 кДж энергии. При повышении температуры с 20 до 62 °C суммарный тепловой прирост составляет около 135–150 кДж/кг. При производительности 1200 кг/ч необходимый тепловой поток достигает 160–180 МДж/ч, что эквивалентно 45–50 кВт полезной тепловой мощности. С учётом КПД магнетронных генераторов на уровне 60–70 % установленная электрическая мощность установки должна составлять 65–80 кВт. Эти расчёты подтверждают, что применение модульной схемы с несколькими генераторами по 5–10 кВт является технологически оправданным и позволяет гибко регулировать режим обработки.

Гидродинамика потока в рабочей камере оказывает значительное влияние на равномерность прогрева. При ламинарном режиме возможна стратификация температур по сечению канала, тогда как чрезмерная турбулентность может приводить к вспениванию и нарушению структуры продукта. Оптимальным является режим умеренной турбулентности с числом Рейнольдса, обеспечивающим перемешивание без разрушения белковой системы. Конструктивно это может быть реализовано через спиральные направляющие, статические смесители или коаксиальные каналы, обеспечивающие обновление поверхностных слоёв и выравнивание температурного профиля.

Микробиологический аспект СВЧ-пастеризации определяется кинетикой инактивации микроорганизмов. Для большинства вегетативных форм бактерий D-значение при температуре 60–62

°C составляет 20–40 с, что означает снижение численности на 1 логарифмический порядок за указанный интервал времени. При быстром достижении пастеризационной температуры и выдержке менее 60 с возможно снижение микробной нагрузки на 4–5 логарифмов, что соответствует требованиям безопасности. Важным преимуществом СВЧ-нагрева является сокращение времени нахождения продукта в диапазоне 40–50 °C, в котором микроорганизмы способны адаптироваться к тепловому стрессу. Быстрое преодоление этого диапазона уменьшает вероятность выживания устойчивых штаммов.

Функциональные свойства меланжа после обработки являются критерием технологической пригодности. Белки яичного белка, в частности овальбумин и овомукоид, чувствительны к длительному нагреву, и при температуре выше 65 °C начинается их необратимая денатурация. Сокращение времени теплового воздействия до 30–60 с позволяет ограничить степень структурных изменений и сохранить пенообразующую способность на уровне 85–90 % от исходной. Эмульгирующие свойства желтка также сохраняются при условии отсутствия локального перегрева. Таким образом, правильно организованный СВЧ-процесс обеспечивает баланс между микробиологической безопасностью и сохранением технологической ценности продукта.

Энергетическая эффективность СВЧ-пастеризации проявляется не только в снижении удельных энергозатрат на 10–20 %, но и в уменьшении тепловой инерционности оборудования. Установка достигает рабочего режима в течение нескольких минут, тогда как традиционные системы требуют длительного прогрева теплоносителя. Быстрое отключение генераторов после завершения цикла исключает холостые теплопотери. Дополнительным фактором экономии является компактность оборудования, позволяющая сократить затраты на производственные площади на 30–40 %.

Вопросы промышленной безопасности и санитарии имеют первостепенное значение. СВЧ-камера должна быть экранирована в соответствии с нормативами по электромагнитной безопасности, а утечка излучения не должна превышать допустимые уровни. Все элементы, контактирующие с меланжем, выполняются из коррозионностойких материалов, устойчивых к воздействию белково-липидных сред и моющих растворов. Предусматривается возможность автоматической мойки CIP-системой с циркуляцией щелочных и кислотных растворов, что исключает образование биоплёнок и вторичную контаминацию.

Интеграция СВЧ-модуля в существующую линию переработки яиц может осуществляться по гибридной схеме, при которой микроволновый нагрев обеспечивает быстрый подъём температуры до 58–60 °C, а последующая кратковременная выдержка и окончательный подогрев до 62–64 °C осуществляются в компактном теплообменнике. Такая комбинация позволяет повысить санитарную надёжность и компенсировать возможную неравномерность поля. Охлаждение до температуры хранения 4–6 °C производится стандартными средствами, после чего продукт направляется на фасовку или дальнейшую переработку.

Перспективы дальнейшего развития технологии связаны с использованием твердотельных СВЧ-генераторов, обеспечивающих более точное регулирование частоты и мощности по сравнению с магнетронами. Возможность плавной перестройки частоты в диапазоне ±50–100 МГц позволяет компенсировать изменения резонансных условий при колебаниях состава и температуры меланжа. Это повышает стабильность процесса и снижает долю отражённой мощности.

Комплексное учёт электрофизических, тепловых и гидродинамических характеристик меланжа формирует научную основу для проектирования СВЧ-пастеризационных установок нового поколения. Применение объёмного нагрева обеспечивает сокращение времени обработки в 1,5–3 раза, снижение энергозатрат, стабильное достижение нормативных микробиологических показателей и сохранение функциональных свойств продукта. В условиях роста производства жидких яичных продуктов и повышения требований к их безопасности внедрение СВЧ-технологии становится обоснованным направлением модернизации предприятий глубокой переработки яиц и способствует формированию высокоэффективных и конкурентоспособных производственных систем.

Список литературы

1. Новикова, Г. В. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г.В. Новикова, Е.В. Воронов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, В.Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 5 (103). - С. 154-160. - DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. - EDN: LAAYEX.

2. Разработка установки с СВЧ-энергоподводом для измельчения и плавления жиросырья в нестандартном резонаторе / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1(140). – С. 34-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-34-43. – EDN MOMWOF.

3. Шевелев, А. В. СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / А.В. Шевелев, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. - 2020. - № 5 (108). - С. 16-28. - EDN: TYJBAI.

4. СВЧ - установка непрерывно-поточного действия с усеченными коническими резонаторами для размораживания и разогрева коровьего молозива/ Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Тараканов Д.А., Замятина И.М., Тихонов А.А. Патент на изобретение RU 2744423 C1, 09.03.2021. Заявка № 2020131230 от 22.09.2020. - EDN: YZUWWW.

5. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016. - EDN: LFQEUF.
6. Котин, А. И. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин, Г.В. Новикова, П.В. Зайцев, О.В. Михайлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 1 (52). - С. 89-93. - DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726. - EDN: VIRJWQ.
7. Жданкин, Г. В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, М.В. Белова, О.В. Михайлова, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 198-202. - EDN: XYKUTJ.
8. Крайнов, Ю.Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю.Е. Крайнов, О.В. Михайлова, Н.К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 2 (42). - С. 6-12. - DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. - EDN: XREQAX.
9. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива: № 2018143727: заявл. 11.12.2018: опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN XLVLCF.
10. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
11. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, М. В. Белова // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 7(74). – С. 44-54. – EDN ZBJYCX.
12. Патент № 2535146 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. СВЧ установка для обеззараживания комбикормов: № 2013121131/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.12.2014 / Г. Л. Долгов, Т. В. Шаронова, Г. В. Новикова, М. В. Белова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN PTHRMA.
13. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания зерна и зернопродуктов. Коробков А.Н., Осокин В.Л., Белов А.А., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2586160 C1, 10.06.2016. Заявка № 2014147516/13 от 25.11.2014. - EDN: ZESFQT.
14. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Шевелев А.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.
15. СВЧ-установка со сферическим резонатором для вытопки жира из измельченных жиросодержащих мясных отходов в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Жданкин Г.В., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2818738 C1, 03.05.2024. Заявка № 2023128876 от 08.11.2023. - EDN: LQTEEW.
16. Центробежная установка для термообработки жиросодержащих отходов с боен животных воздействием электрофизических факторов. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829108 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023123873 от 15.09.2023. - EDN: FPARCP.
17. СВЧ установка с коаксиальным спиральным резонатором для термообработки вторичного мясного сырья в непрерывном режиме. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Зайцев С.П., Сбитнев Е.А., Федоров М.Е. Патент на изобретение RU 2829166 C1, 24.10.2024. Заявка № 2023127788 от 27.10.2023. - EDN: BCRPUH.
18. Воронов, Е. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2024. - № 3 (71). - С. 100-110. - DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111. - EDN: CHGBVM.
19. Установка с источниками электрофизических факторов в усеченном коническом резонаторе для термообработки вторичного жиросодержащего мясного сырья. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Суслов С.А., Сторчевой В.Ф., Кандрашин Р.И. Патент на изобретение RU 2820344 C1, 03.06.2024. Заявка № 2023135388 от 27.12.2023. - EDN: AWDBXT.
20. Воронов, Е. В. Микроволновая установка для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья / Е.В. Воронов, С.А. Суслов, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова // Сельский механизатор. - 2024. - № 4. - С. 29-31. - DOI: 10.47336/0131-7393-2024-4-29-30-31. - EDN: NWWDQA.
21. Воронов, Е.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом / Е.В. Воронов, Г.В. Новикова, С.А. Суслов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - Т. 17. - № 1 (80). - С. 138-151. - DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138 - EDN: RSWHEJ.
23. Новикова, Г.В. Обоснование параметров СВЧ-конвективной сушилки сырья для фермерских хозяйств / Г.В. Новикова, А.А. Тихонов, Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 143-150. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-143-150. - EDN: CZXTZV.
24. Новикова, Г. В. Расчёт и проектирование СВЧ-маслоплавителя непрерывно-поточного действия с эллипсоидным резонатором / Г.В. Новикова, Е.И. Меженина, А.А. Тихонов, М.В. Просвирякова, О.В. Михайлова //

Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5 (97). - С. 136-142. - DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-136-142. - EDN: AWOTZG.
25. Novikova, G.V. Development and justification of parameters of a microwave convective hop dryer / G.V. Novikova, O.V. Mikhailova, M.V. Prosviryakova, V.F. Storchevoy, N.G. Goryacheva, A.A. Fedorischev // В сборнике: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Yekaterinburg City, Russian Federa-tion. - 2023. - С. 01001. - DOI: 10.1051/e3sconf/202339501001. - EDN: KKWHJD.
26. Многорезонаторная хмелесушилка. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2772987 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021132821 от 11.11.2021. - EDN: SLTHUJ.
27. Хмелесушилка с тороидальными и астроидальными резонаторами с энергоподводом в электромагнитном поле. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Зиганшин Б.Г., Толикина М.Ю. Патент на изобретение RU 2772992 C1, 30.05.2022. Заявка № 2021135280 от 01.12.2021. - EDN: STQABT.
28. Хмелесушилка непрерывно-поточного действия с источниками эндогенно-конвективного нагрева. Просвирякова М.В., Сторчевой В.Ф., Горячева Н.Г., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Патент на изобретение RU 2774186 C1, 16.06.2022. Заявка № 2021121317 от 19.07.2021. - EDN: WNJVOM.
29. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 3(142). – С. 17-25. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. – EDN GETRDI.
30. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 6(133). – С. 32–43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. – EDN CNOBQC.
31. Шевелев, А. В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ-установки с полусферическими резонаторами для вытопки воска / А. В. Шевелев, М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 10(125). – С. 46–56. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56. – EDN RQTNRO.
32. Способ вытопки пасечного воска с отделением меда. Новикова Г.В., Шевелев А.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев С.П. Патент на изобретение RU 2789490 C1, 03.02.2023. Заявка № 2022111579 от 28.04.2022. - EDN: OAHGJL.
33. Шевелев, А.В. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки / А.В. Шевелев, О.В. Михайлова, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, Н.К. Кириллов, Г.М. Тобоев // Аграрная наука. -2022. - № 11. - С. 88-93. - DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93. - EDN: NHLBPI.
34. СВЧ-конвективная хмелесушилка непрерывно-поточного действия с барабанами-резонаторами. Новикова Г.В., Горячева Н.Г., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Сторчевой В.Ф., Зайцев П.В., Денисевич Е.В. Патент на изобретение RU 2806475 C1, 01.11.2023. Заявка № 2023108605 от 05.04.2023. – EDN: MTJVLT.
35. Горячева, Н. Г. Обоснование режимов работы хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в поярусно расположенные резонаторы / Н.Г. Горячева, М.В. Просвирякова, Г.В. Новикова, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (25). - С. 165-174. - DOI: 10.48612/vch/hheb-e1du-ru77. - EDN: MTHMFB.

УДК 637.54:621.365.5

Федоров М. Е.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПТИЦЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ СВЧ-НАГРЕВА

Аннотация. Рассмотрены вопросы переработки жиросодержащего сырья птицеводства на основе применения электротехнологических методов термической обработки. Основное внимание уделено рациональному использованию вторичных ресурсов птицеперерабатывающих предприятий и повышению эффективности их переработки. Представлены результаты исследований процессов термообработки субпродуктов птицы с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Установлены рациональные режимы обработки, обеспечивающие эффективное обеззараживание сырья, повышение выхода жировой фракции и снижение энергозатрат. Показана перспективность применения сверхвысокочастотного нагрева для комплексной переработки сырья птицеводства и повышения экономической эффективности производства.

Ключевые слова: переработка сырья птицеводства, вторичные ресурсы птицеводства, жиросодержащее сырьё, субпродукты птицы, сверхвысокочастотная обработка, СВЧ-нагрев, электротехнологии, термообработка, обеззараживание сырья, вытопка жира, комплексная переработка, электромагнитное поле сверхвысокой частоты.

Одним из перспективных направлений совершенствования технологий переработки жиросодержащего сырья птицеводства является применение электротехнологических методов нагрева. Особое место среди них занимает использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты, обеспечивающих объёмное преобразование электромагнитной энергии в теплоту непосредственно внутри обрабатываемого материала. В отличие от традиционных способов нагрева, при которых тепло подводится через поверхность продукта, СВЧ-энергия распределяется по всему объёму сырья, что позволяет существенно повысить равномерность температурного поля.

Теоретической основой исследований по переработке сырья птицеводства послужили работы, посвящённые разработке и обоснованию параметров сверхвысокочастотных установок для термообработки мясного и жиросодержащего сырья [1; 2; 3]. Методологические подходы к созданию электротехнологических установок сформированы с учётом результатов исследований процессов нагрева биологических материалов электромагнитным полем сверхвысокой частоты [4; 5; 6]. Формирование конструктивных решений оборудования осуществлялось с использованием данных по электродинамическому обоснованию параметров резонаторных систем сверхвысокочастотных установок [7; 8; 9]. Разработка технологических режимов переработки сырья птицеводства опиралась на результаты исследований процессов тепловой обработки и обезвоживания сельскохозяйственного сырья электротехнологическими методами [10], [11; 12].Обоснование параметров установок непрерывного действия выполнялось на основе данных экспериментальных исследований многорезонаторных систем и микроволновых сушильных устройств [13; 14; 15]. Выбор рациональных режимов термической обработки сырья птицеводства базировался на результатах исследований тепломассообменных процессов и режимных параметров СВЧ-оборудования [16; 17; 18]. Разработка технологических решений переработки вторичного сырья птицеводства учитывала данные исследований диэлектрического нагрева отходов животного происхождения и процессов переработки жиросодержащего сырья [19; 20; 21]. Проектирование рабочих камер и функциональных элементов оборудования основывалось на результатах исследований процессов термообработки биологического сырья различного происхождения [22; 23; 24]. Конструктивные параметры установок переработки сырья птицеводства определялись с учётом данных исследований процессов нагрева и обеззараживания материалов электромагнитным полем сверхвысокой частоты [25; 26; 27]. Анализ электротехнологических способов переработки отходов птицеводства выполнялся с использованием результатов исследований радиоволновых методов обработки биологического сырья [28], [29; 30]. Разработка конструктивно-технологических схем оборудования базировалась на результатах исследований высокотемпературного формования и термической обработки вторичного биологического сырья [31; 32; 33]. Обоснование параметров оборудования и моделирование процессов термообработки осуществлялись с использованием результатов исследований электродинамических процессов в сверхвысокочастотных установках [34; 35].

Применение СВЧ-нагрева при переработке жиросодержащего сырья позволяет создать принципиально новые условия теплового воздействия. Электромагнитная энергия поглощается диэлектрическими компонентами материала и преобразуется в теплоту за счёт процессов поляризации. Основной вклад в поглощение энергии вносят связанная влага и межфазные области на границе раздела липидной и водной фаз. В результате обеспечивается интенсивный эндогенный нагрев, при котором температура повышается одновременно во всём объёме материала.

Объёмный характер энергоподвода способствует снижению температурных градиентов между поверхностными и внутренними слоями сырья. Это особенно важно при переработке жировых тканей птицы, отличающихся сравнительно низкой теплопроводностью. При традиционных способах нагрева низкая теплопроводность препятствует быстрому переносу тепла внутрь материала, тогда как при СВЧ-обработке нагрев осуществляется непосредственно в зоне поглощения электромагнитной энергии.

Дополнительным преимуществом СВЧ-технологий является сокращение продолжительности тепловой обработки. Уменьшение времени воздействия высоких температур способствует сохранению природных свойств липидов и снижению интенсивности окислительных процессов. Это позволяет получать жир с более стабильными физико-химическими показателями и улучшенными органолептическими характеристиками.

Особый интерес представляет переработка гусиного жиро-сырья, характеризующегося высоким содержанием липидной фазы и сравнительно устойчивыми электрофизическими свойствами. Гусиный жир отличается высоким выходом при переработке и широко используется как пищевой продукт. Однако эффективность извлечения липидной фракции во многом зависит от условий тепловой обработки сырья.

Гусиное жиро-сырьё представляет собой сложную многокомпонентную систему, включающую жировые клетки, остаточные мышечные ткани и влагу. Массовая доля влаги обычно составляет 8–12 %, что обеспечивает достаточные диэлектрические потери для эффективного взаимодействия с электромагнитным полем. Наличие даже небольшого количества влаги способствует интенсивному поглощению СВЧ-энергии и ускоряет процесс нагрева.

С точки зрения взаимодействия с электромагнитным полем жировое сырьё птицы представляет собой гетерогенную диэлектрическую среду. Электрофизические свойства такого материала определяются соотношением липидной и водной фаз, а также температурой нагрева. По мере повышения температуры вязкость жира уменьшается, что способствует более интенсивному отделению жидкой фракции от твёрдых тканей.

Эффективность СВЧ-вытопки жира во многом определяется параметрами электромагнитного поля и конструкцией рабочей камеры установки. Наиболее рациональными являются резонаторные СВЧ-системы, позволяющие обеспечить высокую плотность энергии в зоне обработки. Использование резонаторных камер способствует более полному поглощению электромагнитной энергии и снижению потерь мощности.

В резонаторных установках создаются стоячие электромагнитные волны, благодаря чему обеспечивается многократное взаимодействие электромагнитного поля с обрабатываемым материалом. Непоглощённая энергия отражается от стенок резонатора и повторно участвует в процессе нагрева. Это позволяет повысить коэффициент полезного использования энергии и уменьшить удельные энергозатраты.

Конструктивные особенности рабочих камер оказывают существенное влияние на распределение электромагнитного поля. Применение отражающих элементов и перфорированных поверхностей способствует перераспределению энергии и снижению неравномерности нагрева. Благодаря этому уменьшается вероятность локальных перегревов и повышается стабильность технологического процесса.

Важным параметром СВЧ-нагрева является глубина проникновения электромагнитного поля в материал. Для диапазона частот около 2450 МГц глубина проникновения в жировое сырьё птицы составляет несколько сантиметров. Это позволяет эффективно нагревать слои сырья толщиной до нескольких сантиметров без значительного снижения интенсивности нагрева во внутренних зонах.

Использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты создаёт благоприятные условия для интенсификации процессов переработки жиросодержащего сырья птицеводства. Объёмный характер нагрева обеспечивает равномерное распределение температуры и способствует более полному извлечению липидной фракции. Одновременно достигается сокращение продолжительности процесса и снижение энергетических затрат.

Проведённые исследования были направлены на установление рациональных режимов вытопки гусиного жиро-сырья при использовании электромагнитных полей сверхвысокой частоты. Основной задачей являлась оценка влияния удельной подводимой мощности и продолжительности обработки на выход жира и его качественные показатели.

В качестве объекта исследований использовалось гусиное жиро-сырьё, полученное при разделке тушек птицы. Перед обработкой сырьё измельчали до однородного состояния, что обеспечивало равномерность нагрева и воспроизводимость результатов экспериментов. Масса загрузки подбиралась таким образом, чтобы толщина слоя соответствовала условиям эффективного проникновения электромагнитного поля.

Экспериментальные исследования проводились с целью установления закономерностей вытопки жира из жиросодержащего сырья птицеводства при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты и определения рациональных режимов термообработки. Основное внимание уделялось изучению влияния удельной мощности энергоподвода и продолжительности обработки на интенсивность нагрева сырья, выход жировой фракции и качественные показатели получаемого продукта.

В качестве объекта исследований использовалось жиросодержащее сырьё птицеводства, полученное при переработке тушек птицы. Сырьё включало подкожный и внутренний жир с незначительным содержанием соединительной ткани и остаточных мышечных волокон. Такой состав соответствует условиям промышленной переработки птицеводческой продукции и позволяет оценить эффективность предложенного способа обработки в производственных условиях.

Перед началом экспериментов сырьё подвергалось предварительной подготовке. Образцы очищали от механических примесей, после чего промывали холодной водой и выдерживали до удаления свободной влаги с поверхности. Далее жиросодержащее сырьё измельчали на фрагменты приблизительно одинакового размера, что обеспечивало равномерность распределения температуры в процессе нагрева. Подготовленные образцы имели массу от 200 до 500 г, что позволяло проводить исследования в условиях, близких к реальным технологическим режимам.

Измельчённое сырьё размещали в рабочей камере сверхвысокочастотной установки равномерным слоем. Толщина слоя выбиралась с учётом глубины проникновения электромагнитного поля и составляла в среднем 30–50 мм. Такое расположение материала обеспечивало эффективное поглощение энергии и равномерный нагрев по всему объёму загрузки.

Термическая обработка осуществлялась с использованием электромагнитного излучения промышленной частоты 2450 МГц. Мощность энергоподвода изменяли ступенчато, что позволяло оценить влияние интенсивности нагрева на технологические показатели процесса. Удельная

мощность составляла от 3 до 7 Вт на грамм обрабатываемого сырья. Данный диапазон был выбран как обеспечивающий интенсивный нагрев без существенного ухудшения качества получаемого жира.

Продолжительность обработки варьировалась в пределах от одной до шести минут в зависимости от уровня подводимой мощности. При меньших значениях мощности требовалось более продолжительное время обработки для достижения необходимой температуры, обеспечивающей плавление жировой фракции. При увеличении мощности нагрев происходил значительно быстрее, что позволяло сокращать длительность технологического процесса.

Контроль температурного режима осуществлялся с использованием контактных термодатчиков, устанавливаемых в центральной части слоя сырья. Дополнительно измеряли температуру вблизи поверхности образцов, что позволяло оценивать равномерность прогрева. Полученные данные показывали, что при использовании сверхвысокочастотного нагрева разница температур между поверхностными и внутренними слоями была значительно меньше по сравнению с традиционными способами обработки.

В процессе нагрева происходило постепенное расплавление жировой ткани и выделение жидкой жировой фракции. Расплавленный жир стекал в нижнюю часть рабочей ёмкости и отделялся от твёрдых остатков. После завершения обработки жидкий жир фильтровали через металлическое сито для удаления механических примесей и остатков соединительной ткани.

Полученный жир охлаждали до комнатной температуры и взвешивали. Выход жировой фракции определяли как отношение массы вытопленного жира к исходной массе жиросодержащего сырья. Параллельно определяли массу остаточной шквары, что позволяло оценить полноту извлечения липидной фракции.

Результаты экспериментов показали, что увеличение удельной мощности энергоподвода приводит к ускорению процесса вытопки жира. При мощности около 3 Вт/г процесс протекал сравнительно медленно, и значительная часть жира оставалась связанной в тканях даже после завершения обработки. При увеличении мощности до 5 Вт/г наблюдалось более интенсивное расплавление липидной фракции и увеличение выхода готового продукта.

Наиболее высокие значения выхода жира достигались при удельной мощности 6–7 Вт/г. В этих условиях обеспечивалось быстрое достижение температур, достаточных для эффективного разрушения клеточных структур жировой ткани и выделения липидов. Одновременно происходило снижение вязкости расплавленного жира, что облегчало его отделение от твёрдых частиц.

Однако чрезмерное увеличение мощности сопровождалось локальным перегревом отдельных участков сырья. В этих зонах наблюдалось потемнение шквары и частичное пригорание белковых компонентов. Несмотря на то что общий выход жира оставался высоким, органолептические показатели продукта несколько ухудшались.

Анализ температурных кривых показал, что скорость нагрева сырья при использовании сверхвысокочастотной энергии значительно превышает аналогичные показатели традиционных способов обработки. Уже в первые минуты обработки температура в центральных слоях материала достигала значений, необходимых для плавления жировой фракции. Это подтверждает высокую интенсивность эндогенного нагрева при воздействии электромагнитного поля.

В процессе исследований было установлено, что равномерность распределения температуры зависит от правильного размещения сырья в рабочей камере. При неравномерном распределении материала наблюдались участки с пониженной интенсивностью нагрева, что приводило к неполному извлечению жира. При равномерной загрузке рабочей камеры температурное поле становилось более стабильным, а выход жира увеличивался.

Отдельное внимание уделялось оценке органолептических показателей получаемого жира. Анализ включал определение цвета, прозрачности, запаха и консистенции. Обработанные образцы жира имели светло-жёлтый оттенок и однородную структуру без видимых примесей. Запах соответствовал свежему жиру птицы и не содержал посторонних оттенков.

При средних значениях удельной мощности жир сохранял высокие органолептические показатели. При чрезмерно интенсивном нагреве наблюдалось некоторое потемнение продукта и появление слабого специфического запаха, что связано с частичным термическим разложением белковых компонентов.

Физико-химические исследования показали, что содержание влаги в вытопленном жире находилось на низком уровне, что свидетельствует о хорошем отделении водной фазы в процессе обработки. Низкая влажность способствует повышению устойчивости жира при хранении и снижает вероятность развития микробиологических процессов.

Кислотное число полученного жира оставалось в пределах нормативных значений, что свидетельствует об отсутствии выраженных гидролитических процессов. Это подтверждает, что сокращение времени обработки способствует сохранению стабильности липидной фракции.

Пероксидное число также находилось на невысоком уровне, что указывает на ограниченное развитие окислительных процессов. Быстрое достижение рабочих температур и сокращение

длительности нагрева позволяют снизить интенсивность окисления липидов по сравнению с традиционными способами вытопки.

Полученные результаты показывают, что сверхвысокочастотный нагрев обеспечивает более полное извлечение жировой фракции из жиросодержащего сырья птицеводства. Выход жира увеличивался в среднем на 8–15 % по сравнению с традиционными методами термообработки.

Одновременно отмечалось значительное сокращение продолжительности технологического процесса. Время вытопки уменьшалось примерно в 2–3 раза, что позволяет существенно повысить производительность оборудования.

Расчёты удельных энергозатрат показали, что использование сверхвысокочастотного нагрева позволяет снизить потребление энергии примерно на 20–30 %. Это объясняется тем, что энергия подводится непосредственно к сырью, а потери на нагрев окружающей среды и оборудования оказываются значительно меньше.

Проведённые исследования показали высокую эффективность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты при переработке жиросодержащего сырья птицеводства. Установлены основные закономерности процесса вытопки жира и определены рациональные диапазоны технологических параметров**,** обеспечивающие высокий выход продукции и хорошие качественные показатели.

Список литературы

1. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
2. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
3. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
4. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
5. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
6. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
7. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
8. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
9. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
10. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
11. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
12. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
13. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
14. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
15. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.
16. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
17. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
18. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
19. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
20. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
21. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
22. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
23. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
24. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
25. Шевелев, А. В. Поиск перспективных направлений модернизации систем поения на фермах КРС / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 232-240. – EDN WQFQQB.
26. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
27. Шевелев, А. В. Системы горячего водоснабжения с электронагревом воды: области применения в сельском хозяйстве / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Вестник НГИЭИ. 2015. № 10 (53). С. 64–70. EDN VBQRGD.
28. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
29. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
30. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
31. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
32. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
33. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
34. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.

35. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.

УДК 637.54:621.365.5

Федоров М. Е.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТНОГО И ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА МЕТОДОМ СВЧ-ТЕРМООБРАБОТКИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию технологии переработки вторичного сырья птицеводства с использованием сверхвысокочастотного энергоподвода. Рассмотрены особенности термообработки костного и жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты и обоснована целесообразность применения электротехнологических установок для интенсификации процесса переработки. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на повышение эффективности теплового воздействия и снижение энергетических затрат. Определены рациональные конструктивные и технологические параметры работы установки, обеспечивающие равномерный нагрев и высокое качество получаемой продукции. Установлено, что применение СВЧ-нагрева позволяет сократить продолжительность технологического процесса и повысить степень переработки вторичного сырья птицеводства. Полученные результаты могут быть использованы при разработке электротехнологического оборудования для переработки отходов птицеводческих предприятий.

Ключевые слова: переработка вторичного сырья птицеводства, термообработка, сверхвысокочастотный нагрев, СВЧ-установка, электромагнитное поле, отходы убоя птицы, жиросодержащее сырьё, мясокостное сырьё, электротехнологии, энергоэффективность, утилизация отходов, технологические параметры, электродинамические процессы, агропромышленный комплекс.

Развитие технологий глубокой переработки вторичных ресурсов животного происхождения представляет собой одно из ключевых направлений повышения эффективности агропромышленного комплекса. Значительные объёмы костного сырья образуются на мясоперерабатывающих и птицеперерабатывающих предприятиях, и их рациональное использование позволяет не только снизить нагрузку на окружающую среду, но и получить дополнительную продукцию с высокой добавленной стоимостью. Костное сырьё содержит значительное количество жира, белковых соединений и минеральных веществ, что делает его ценным источником кормовых компонентов. Однако эффективное извлечение этих веществ требует применения специализированных технологий переработки, обеспечивающих высокую степень извлечения жировой фракции и сохранение питательных свойств конечных продуктов.

Традиционные способы переработки костного сырья основаны преимущественно на длительной тепловой обработке с использованием пара или горячей воды. Подобные процессы характеризуются значительными энергозатратами, большой продолжительностью и неравномерностью прогрева сырья. В условиях конвективного или контактного нагрева тепло передаётся от поверхности частиц к внутренним слоям, что приводит к возникновению температурных градиентов и локальных перегревов. В результате происходят нежелательные изменения физико-химических свойств жиров и белков, ухудшаются органолептические характеристики продукции, а также снижается биологическая ценность получаемых кормовых компонентов.

Существенным недостатком традиционных технологий является также их периодический характер, что усложняет организацию непрерывных производственных линий. Периодические процессы требуют значительных затрат времени на загрузку и выгрузку сырья, а также на нагрев оборудования до рабочих температур. Это приводит к снижению производительности и увеличению эксплуатационных расходов. Кроме того, длительное воздействие высоких температур способствует интенсивному окислению жиров и частичной денатурации белковых веществ, что отрицательно сказывается на качестве конечного продукта.

Перспективным направлением совершенствования технологий переработки костного сырья является применение электротехнологических методов нагрева, основанных на использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. В отличие от традиционных способов теплоподвода, СВЧ-нагрев обеспечивает объемное выделение тепла непосредственно внутри обрабатываемого материала. Благодаря этому достигается высокая скорость нагрева и более

равномерное распределение температуры по объёму сырья. Внутренние источники тепла формируются за счёт взаимодействия электромагнитного поля с дипольными молекулами воды и другими полярными компонентами биологических тканей, что приводит к интенсивному преобразованию электромагнитной энергии в тепловую.

В ходе проведения научных исследований по разработке технологий переработки вторичного сырья животного происхождения были изучены работы, посвящённые применению электрофизических методов воздействия и совершенствованию технологического оборудования агропромышленного комплекса [1], [8], [13]. Особое внимание уделялось исследованиям, направленным на создание и совершенствование СВЧ-установок для термической обработки мясного сырья и отходов животного происхождения [2], [14], [15]. Также были рассмотрены разработки технологических устройств и установок с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты для обработки различного вида сырья [3], [6], [7].

Значительный интерес представляли исследования, посвящённые применению радиоволновых и микроволновых технологий для переработки непищевых отходов и вторичного биологического сырья [4], [18], [33]. Важное значение имели работы, направленные на исследование процессов термообработки и обоснование конструктивных параметров СВЧ-оборудования [17], [19], [34]. При выполнении исследований учитывались результаты моделирования электродинамических процессов и интенсификации теплового воздействия в установках с электрофизическим энергоподводом [14], [17], [30].

Методологической основой исследований послужили научные труды, посвящённые разработке технологических процессов диэлектрического нагрева и извлечения жира из жиросодержащего сырья [30], [33], [34]. Существенное значение имели исследования, направленные на разработку конструкций резонаторных систем и рабочих камер технологических установок [8], [19], [25]. При формировании конструктивных решений использовались результаты исследований по созданию установок непрерывного действия с различными типами резонаторов [6], [27], [28].

В процессе выполнения работы были также рассмотрены исследования, посвящённые применению СВЧ-энергоподвода в технологических процессах сушки сельскохозяйственного сырья [21], [22], [24]. При анализе технологических решений учитывались разработки установок конвективно-микроволновой сушки и соответствующие конструктивные особенности оборудования [20], [23], [35]. Кроме того, учитывались исследования, связанные с использованием электрофизических факторов воздействия на сельскохозяйственное сырьё и продукцию [13], [27], [29].

При разработке технологических схем переработки вторичного сырья учитывались исследования по использованию СВЧ-нагрева для плавления и переработки жиросодержащих материалов [5], [26], [30]. Важную роль сыграли научные разработки, посвящённые оптимизации режимов работы СВЧ-установок и совершенствованию технологических процессов переработки сырья [31], [32], [33].

Представленные научные исследования и технические разработки послужили теоретической и экспериментальной основой для выполнения настоящей работы и позволили сформировать научно обоснованный подход к совершенствованию процессов переработки вторичного сырья животного происхождения [9], [10], [11], [12], [16].

Особенностью костного сырья как объекта переработки является его сложная многокомпонентная структура. Костная ткань представляет собой композитный материал, включающий минеральную матрицу, органические соединения и жировые включения. Минеральная составляющая характеризуется высокой прочностью и низкой теплопроводностью, тогда как органическая часть содержит значительное количество влаги и липидов. Подобная структура затрудняет использование традиционных методов нагрева, поскольку тепло медленно распространяется через плотные участки костной ткани. Использование сверхвысокочастотного нагрева позволяет существенно повысить интенсивность тепловых процессов и обеспечить эффективное разрушение структурных связей внутри материала.

Одним из наиболее важных факторов повышения эффективности переработки костного сырья является сочетание термического воздействия с механическим измельчением. Механическое разрушение костной ткани способствует увеличению площади контакта фаз и облегчает выход расплавленного жира из внутренних полостей. Одновременно уменьшается толщина диффузионных слоев, что приводит к ускорению процессов массопереноса. Совмещение механической обработки с объемным СВЧ-нагревом позволяет создать условия, при которых выделение жира происходит значительно быстрее и полнее по сравнению с традиционными методами.

Совместное воздействие электромагнитного поля и механических нагрузок приводит к возникновению синергетического эффекта, проявляющегося в повышении эффективности переработки сырья. Электромагнитное поле вызывает интенсивный нагрев влаги и липидов внутри костных частиц, что сопровождается возникновением внутренних напряжений. Под действием этих напряжений структура костной ткани частично разрушается и становится более рыхлой. В таком

состоянии материал легче подвергается механическому измельчению, что дополнительно ускоряет процесс извлечения жира.

Разработанная установка непрерывного действия предназначена для реализации данного принципа переработки костного сырья. Конструкция установки предусматривает одновременное воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты и механических нагрузок на обрабатываемый материал. Это позволяет обеспечить интенсивное протекание тепломассообменных процессов и получить высокие показатели производительности при сравнительно низких энергозатратах.

Основным элементом установки является коаксиальный резонатор конической формы, выполняющий функции рабочей камеры. Геометрические параметры резонатора выбраны таким образом, чтобы обеспечить эффективное возбуждение электромагнитного поля и равномерное распределение энергии в рабочем объёме. Использование конической формы позволяет уменьшить вероятность образования зон с повышенной и пониженной интенсивностью поля, что способствует стабилизации технологического процесса.

Внутри резонатора расположен вращающийся рабочий орган, предназначенный для механического воздействия на сырьё. Конструкция рабочего органа обеспечивает перемещение материала вдоль оси резонатора, а также его интенсивное перемешивание и измельчение. Благодаря этому создаются условия для равномерного распределения температуры и эффективного взаимодействия материала с электромагнитным полем.

Исходное сырьё перед подачей в установку подвергается предварительному измельчению. Это позволяет обеспечить равномерную загрузку рабочей камеры и повысить эффективность последующей обработки. Измельчённое сырьё поступает в верхнюю часть установки, откуда постепенно перемещается вниз под действием механического рабочего органа. В процессе перемещения материал подвергается одновременному нагреву и механическому воздействию.

Объемный нагрев сырья приводит к быстрому повышению температуры жировой фракции до значений, соответствующих её плавлению. В результате жир переходит в жидкое состояние и начинает выделяться из внутренних полостей костной ткани. Одновременно происходит испарение части влаги, что сопровождается увеличением внутреннего давления и дополнительным разрушением структуры материала.

Интенсивное перемешивание способствует равномерному распределению температуры и предотвращает образование локальных перегретых зон. Благодаря этому обеспечивается стабильность технологического процесса и сохраняются качественные показатели получаемой продукции.

Одним из важных преимуществ разработанной технологии является возможность работы установки в непрерывном режиме. Это позволяет существенно повысить производительность переработки и сократить затраты труда. Непрерывная подача сырья и удаление продуктов переработки обеспечивают стабильность технологического процесса и позволяют интегрировать установку в существующие производственные линии.

Эффективность переработки костного сырья определяется совокупностью электродинамических, механических и теплотехнических факторов. Электромагнитное поле обеспечивает интенсивное выделение тепла внутри материала, механическое воздействие способствует разрушению структуры сырья и ускоряет массоперенос, а тепловые процессы обеспечивают плавление жировой фракции и обеззараживание продукции. Совместное действие этих факторов позволяет получить высокие показатели извлечения жира и обеспечить высокое качество конечных продуктов.

Применение сверхвысокочастотного нагрева позволяет существенно сократить продолжительность обработки по сравнению с традиционными методами. Быстрый нагрев способствует снижению потерь энергии и уменьшению эксплуатационных затрат. Одновременно уменьшается вероятность окисления жира и сохраняются его питательные свойства.

Использование СВЧ-энергии в сочетании с механической обработкой открывает новые возможности для совершенствования технологий переработки костного сырья. Разработанный способ позволяет обеспечить высокую эффективность извлечения жира, снизить энергозатраты и улучшить качество получаемых продуктов.

Разработка технологического процесса переработки костного сырья осуществлялась с учетом особенностей его физико-химических свойств и требований к качеству получаемой продукции. Костное сырьё характеризуется высокой плотностью и значительной прочностью минеральной структуры, что затрудняет извлечение жировой фракции традиционными методами. Кроме того, значительное содержание влаги и органических соединений обусловливает необходимость применения методов термической обработки, обеспечивающих эффективное обеззараживание материала и стабилизацию его свойств при последующем хранении. В связи с этим при разработке технологии переработки основное внимание уделялось созданию условий для интенсивного прогрева материала по всему объёму и ускоренного разрушения структурных связей костной ткани.

Перед подачей на термическую обработку исходное сырьё подвергалось предварительной подготовке, включающей сортировку и механическое измельчение. Данная операция обеспечивает получение однородного по размеру материала, что способствует более равномерному распределению электромагнитного поля в рабочей зоне установки. Размер частиц измельчённого сырья подбирался таким образом, чтобы обеспечить достаточную площадь поверхности для эффективного тепло- и массообмена, одновременно сохраняя возможность устойчивого транспортирования материала через рабочую камеру установки.

Измельчённое костное сырьё поступало в загрузочное устройство установки непрерывного действия, откуда направлялось в рабочую камеру. Подача материала осуществлялась равномерным потоком, что позволяло поддерживать стабильные условия обработки и исключать перегрузку отдельных участков рабочей зоны. Конструкция загрузочного устройства обеспечивала герметичность системы и предотвращала утечку электромагнитного излучения за пределы установки.

Рабочая камера установки представляла собой резонаторную систему, предназначенную для формирования электромагнитного поля сверхвысокой частоты с заданными параметрами. Геометрические размеры резонатора подбирались с учётом длины волны используемого излучения и диэлектрических свойств обрабатываемого материала. Это позволяло обеспечить эффективное преобразование энергии электромагнитного поля в тепловую энергию внутри сырья и создать условия для равномерного распределения температуры.

Особенностью разработанной установки являлось наличие рабочего органа, осуществляющего механическое воздействие на материал непосредственно в процессе нагрева. Рабочий орган выполнял функции перемешивания, транспортирования и дополнительного измельчения сырья. Его конструкция обеспечивала постоянное перемещение материала через зону интенсивного электромагнитного воздействия, что способствовало выравниванию температурного поля и предотвращало образование застойных зон.

В процессе обработки материал подвергался одновременному воздействию электромагнитного поля и механических нагрузок. Электромагнитное поле вызывало интенсивный нагрев влаги и жировых включений, находящихся внутри костной ткани. Вследствие этого происходило расширение внутренних структурных элементов и возникновение локальных механических напряжений. Под действием этих напряжений структура костной ткани частично разрушалась, что облегчало дальнейшее выделение жира.

Одновременно происходило постепенное повышение температуры материала до значений, соответствующих плавлению жировой фракции. Расплавленный жир начинал перемещаться по капиллярным каналам и трещинам костной ткани, образующимся в результате механического воздействия. Дальнейшее перемешивание материала способствовало выделению жира на поверхность частиц и его стеканию в нижнюю часть рабочей камеры.

Наличие вращающегося рабочего органа обеспечивало интенсивное перемешивание материала и предотвращало его слёживание. Это особенно важно при переработке костного сырья, поскольку при повышении температуры материал становится более пластичным и склонным к образованию плотных агломератов. Интенсивное перемешивание позволяло поддерживать материал в рыхлом состоянии и обеспечивало свободный выход жировой фракции.

Процесс переработки сопровождался частичным испарением влаги, содержащейся в костном сырье. Образующиеся пары удалялись из рабочей камеры через специальный канал отвода газов. Удаление влаги способствовало снижению влажности конечного продукта и повышению его стойкости при хранении. Кроме того, испарение влаги сопровождалось дополнительным разрушением структуры материала за счёт образования внутренних пор и микротрещин.

Температурный режим обработки подбирался таким образом, чтобы обеспечить эффективное выделение жира и обеззараживание сырья без ухудшения качества получаемых продуктов. Поддержание оптимальной температуры позволяло избежать чрезмерного перегрева материала и предотвратить интенсивное окисление жировой фракции. Это особенно важно при производстве кормовых компонентов, поскольку качество жира оказывает существенное влияние на их питательную ценность.

В процессе экспериментальных исследований были установлены закономерности изменения температуры материала в зависимости от мощности электромагнитного излучения и времени обработки. Увеличение мощности приводило к ускорению нагрева и сокращению продолжительности технологического процесса. Однако чрезмерное увеличение мощности сопровождалось неравномерностью температурного поля, что могло привести к локальным перегревам. Поэтому выбор мощности осуществлялся с учётом необходимости обеспечения равномерного прогрева материала.

Особое внимание уделялось обеспечению стабильности технологического процесса при работе установки в непрерывном режиме. Поддержание постоянной скорости подачи сырья и стабильной мощности излучения позволяло получать продукцию с одинаковыми характеристиками. Это является важным условием промышленного применения разработанной технологии.

Получаемые продукты переработки включали жировую фракцию и обезжиренный костный остаток. Жировая фракция представляла собой расплавленный жир, выделенный из костной ткани в процессе термической обработки. После отделения механических примесей жир мог использоваться в качестве кормовой добавки или направляться на дальнейшую переработку.

Обезжиренный костный остаток характеризовался пониженным содержанием влаги и жира и мог использоваться в качестве сырья для производства кормовой муки. Снижение содержания жира повышало стабильность хранения продукта и уменьшало вероятность его прогоркания. Одновременно происходило частичное разрушение структуры костной ткани, что облегчало последующее измельчение материала.

Анализ результатов исследований показал, что применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты позволяет значительно повысить эффективность переработки костного сырья. По сравнению с традиционными методами обеспечивается более высокая скорость нагрева и более равномерное распределение температуры. Это способствует увеличению выхода жировой фракции и снижению энергозатрат на переработку.

Сокращение продолжительности обработки приводит к уменьшению тепловых потерь и повышению энергетической эффективности процесса. Кроме того, уменьшение времени пребывания материала при высокой температуре способствует сохранению качества жировой фракции и снижению степени её окисления.

Проведённые исследования показали, что применение разработанной установки позволяет обеспечить стабильную переработку костного сырья при различных режимах работы. Конструкция установки обеспечивает устойчивость технологического процесса и возможность регулирования параметров обработки в широком диапазоне.

Использование сверхвысокочастотной энергии позволяет существенно повысить интенсивность технологических процессов и создать условия для эффективной переработки вторичных ресурсов животного происхождения. Это делает разработанную технологию перспективной для внедрения на предприятиях мясной и птицеперерабатывающей промышленности.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности дальнейшего совершенствования электротехнологических методов переработки костного сырья. Повышение эффективности использования вторичных ресурсов способствует снижению себестоимости продукции и улучшению экологических показателей производства.

Проведённые исследования позволили оценить эффективность разработанной технологии переработки костного сырья птицеводства с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты и определить основные направления её практического применения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение электротехнологических методов обработки позволяет существенно повысить интенсивность технологических процессов и обеспечить более полное использование вторичных ресурсов птицеперерабатывающих предприятий.

Одним из важных показателей эффективности переработки является степень извлечения жировой фракции из костного сырья птицы. В ходе исследований установлено, что использование сверхвысокочастотного нагрева обеспечивает более полное выделение жира по сравнению с традиционными методами тепловой обработки. Это объясняется тем, что при объёмном подводе энергии нагрев происходит непосредственно внутри материала, что приводит к быстрому расплавлению жировых включений и облегчает их выход из структуры костной ткани.

Повышение выхода жировой фракции способствует более рациональному использованию сырья птицеводства и увеличению экономической эффективности переработки. Получаемый жир может использоваться в кормовых целях или направляться на дальнейшую технологическую переработку. Одновременно повышается ценность обезжиренного остатка, который может применяться в качестве сырья для производства кормовых добавок.

Дополнительным преимуществом разработанной технологии является возможность эффективного обеззараживания костного сырья птицеводства. Быстрый нагрев материала до рабочих температур обеспечивает подавление развития микроорганизмов и снижает микробную обсеменённость перерабатываемого сырья. Это позволяет получать продукцию, удовлетворяющую требованиям ветеринарно-санитарных норм и пригодную для дальнейшего использования.

Снижение микробной обсеменённости оказывает положительное влияние на сроки хранения готовой продукции. Обезжиренный костный остаток, получаемый после обработки, характеризуется более высокой устойчивостью к микробиологической порче и может храниться в течение длительного времени без значительного ухудшения качества. Это особенно важно при организации централизованной переработки сырья птицеводства.

Существенным фактором является также снижение влажности перерабатываемого материала в процессе обработки. Испарение части влаги приводит к уменьшению активности воды и повышению стойкости продукта при хранении. Одновременно происходит увеличение концентрации сухих веществ, что способствует повышению питательной ценности получаемых кормовых компонентов.

Применение сверхвысокочастотного нагрева позволяет значительно сократить продолжительность технологического процесса переработки костного сырья птицы. По сравнению с традиционными методами термической обработки время достижения рабочих температур уменьшается в несколько раз. Это позволяет повысить производительность оборудования и увеличить объёмы перерабатываемого сырья при одинаковых производственных площадях.

Сокращение продолжительности обработки сопровождается снижением удельных энергозатрат. При использовании электромагнитного нагрева энергия подводится непосредственно к обрабатываемому материалу, что уменьшает потери тепла на нагрев оборудования и окружающей среды. В результате повышается энергетическая эффективность технологического процесса и снижается себестоимость переработки сырья птицеводства.

Важным преимуществом разработанной технологии является возможность её применения в установках непрерывного действия. Непрерывный режим работы обеспечивает равномерную загрузку оборудования и стабильность технологических параметров. Это создаёт условия для получения продукции с постоянными характеристиками и повышает надёжность работы оборудования.

Конструкция установки позволяет регулировать основные параметры процесса переработки в зависимости от свойств исходного сырья. Изменение мощности электромагнитного излучения и скорости подачи материала позволяет поддерживать оптимальные условия обработки при переработке различных видов костного сырья птицы. Такая гибкость технологического процесса является важным фактором при промышленном использовании оборудования.

Разработанная технология может применяться на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности различной мощности. Относительно компактные размеры оборудования позволяют размещать установки непосредственно на территории предприятий, где образуется костное сырьё. Это позволяет сократить расходы на транспортирование отходов и повысить эффективность их переработки.

Использование электротехнологических методов переработки способствует улучшению экологических показателей производства. Более полное использование вторичных ресурсов птицеводства позволяет уменьшить количество отходов, направляемых на утилизацию. Это снижает нагрузку на окружающую среду и способствует рациональному использованию природных ресурсов.

Дополнительным преимуществом разработанной технологии является возможность механизации и автоматизации технологического процесса. Применение автоматических систем управления позволяет поддерживать заданные параметры обработки и контролировать работу оборудования в режиме реального времени. Это способствует повышению стабильности технологического процесса и снижению трудоёмкости производства.

Проведённые исследования показали, что применение сверхвысокочастотного нагрева обеспечивает высокую равномерность распределения температуры по объёму обрабатываемого материала. Отсутствие значительных температурных градиентов способствует более эффективному выделению жира и снижает вероятность локального перегрева материала. Это положительно сказывается на качестве получаемых продуктов переработки.

Особое значение имеет возможность регулирования продолжительности обработки в широких пределах. При необходимости можно обеспечить как интенсивную кратковременную обработку сырья, так и более длительное воздействие при пониженной мощности. Это позволяет адаптировать технологический процесс к различным условиям производства.

Экономическая оценка результатов исследований показала, что внедрение разработанной технологии переработки костного сырья птицеводства позволяет снизить эксплуатационные расходы по сравнению с традиционными методами тепловой обработки. Основное снижение затрат достигается за счёт уменьшения энергопотребления и сокращения продолжительности технологического цикла.

Дополнительный экономический эффект обеспечивается за счёт увеличения выхода жировой фракции и повышения качества получаемых кормовых продуктов. Более полное извлечение жира позволяет увеличить объём товарной продукции и повысить прибыльность переработки сырья птицеводства.

Разработанная технология отличается универсальностью и может применяться для переработки различных видов вторичного сырья птицеводства. Помимо костного сырья она может использоваться для переработки жиросодержащих субпродуктов, обрезков тканей и других побочных продуктов, образующихся при переработке птицы. Это позволяет создавать комплексные технологические линии переработки вторичных ресурсов.

Проведённые исследования подтвердили возможность промышленного применения разработанной технологии переработки сырья птицеводства. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании новых технологических линий и модернизации существующих предприятий птицеперерабатывающей промышленности.

Разработанная технология переработки костного сырья птицеводства с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты обеспечивает эффективное извлечение жировой фракции, снижение микробной обсемененности и уменьшение энергозатрат. Применение сверхвысокочастотного нагрева позволяет повысить эффективность использования вторичных ресурсов птицеводства и улучшить технико-экономические показатели производства.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований в области электротехнологической переработки сырья птицеводства. Совершенствование конструкций установок и оптимизация режимов обработки позволит повысить эффективность технологических процессов и расширить области применения сверхвысокочастотного нагрева в птицеперерабатывающей промышленности.

Список литературы

1. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
2. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.
3. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
4. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
5. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
6. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
7. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.
8. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.
9. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
10. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
11. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.
12. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.
13. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
14. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
15. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.

16. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
17. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.
18. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
19. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.
20. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
21. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
22. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.
23. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
24. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
25. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.
26. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
27. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
28. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
29. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
30. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
31. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
32. Шевелев, А. В. Поиск перспективных направлений модернизации систем поения на фермах КРС / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 232-240. – EDN WQFQQB.
33. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
34. Шевелев, А. В. Системы горячего водоснабжения с электронагревом воды: области применения в сельском хозяйстве / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Вестник НГИЭИ. 2015. № 10 (53). С. 64–70. EDN VBQRGD.
35. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.

УДК 637.54:621.365.5

Федоров М. Е.
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы переработки жиросодержащего сырья птицеводства с использованием электротехнологических методов термической обработки. Основное внимание уделено комплексному использованию вторичных продуктов убоя птицы и повышению эффективности их переработки. Исследованы особенности тепловой обработки субпродуктов птицы при подводе энергии электромагнитным полем сверхвысокой частоты. Установлены рациональные режимы обработки, обеспечивающие эффективное обеззараживание сырья и сохранение его пищевой ценности. Показано, что применение СВЧ-нагрева позволяет повысить равномерность прогрева, сократить продолжительность технологического процесса и снизить энергозатраты. Полученные результаты могут быть использованы при разработке оборудования и технологических процессов переработки вторичного сырья птицеводства.

Ключевые слова: вторичное сырьё, жиросодержащее сырьё, обеззараживание, переработка субпродуктов птицы, СВЧ-нагрев, сырьё птицеводства, термическая обработка, электротехнологии.

Выполненные исследования по переработке жиросодержащего сырья птицеводства базировались на ранее разработанных конструкциях сверхвысокочастотных установок и принципах их применения для термической обработки биологического сырья [1; 2; 3]. В процессе разработки технологических режимов учитывались результаты исследований по диэлектрическому нагреву сырья животного происхождения и особенностям его физико-технологических свойств [4; 5; 6]. Основой для выбора параметров электромагнитного воздействия послужили работы, посвящённые созданию СВЧ-установок различного назначения и анализу рабочих камер электротехнологического оборудования [7; 8; 9].

При обосновании конструктивных решений экспериментальной установки использовались данные исследований по обеззараживанию сырья электромагнитным полем и применению электрофизических факторов в сельскохозяйственном производстве [10; 11; 12]. Формирование технологической схемы переработки сырья птицеводства осуществлялось с учётом результатов исследований по применению электротехнологий и микроволнового нагрева в агропромышленном комплексе [13; 14; 15]. В ходе определения рациональных режимов работы оборудования учитывались данные по конструкционным особенностям СВЧ-установок и результатам моделирования электродинамических процессов в резонаторных системах [16; 17; 18].

Конструктивная разработка экспериментальной установки опиралась на исследования, посвящённые созданию резонаторных систем для термообработки жиросодержащего сырья и вторичных продуктов переработки животного происхождения [19; 20; 21]. На этапе проектирования оборудования учитывались результаты исследований по применению различных типов резонаторов и способов подвода энергии электромагнитного поля [22; 23; 24]. Выбор технологических параметров переработки сырья птицеводства осуществлялся на основе исследований, посвящённых использованию электротехнологических методов обработки сельскохозяйственного сырья [25; 26; 27].

В ходе расчёта параметров установки учитывались результаты исследований по разработке непрерывно-поточных СВЧ-установок и обеспечению электромагнитной безопасности технологических процессов [28; 28; 30]. Дополнительно в работе использованы данные по применению микроволнового нагрева при плавлении жиросодержащих материалов и переработке биологического сырья [31; 32; 33]. На заключительном этапе выбора конструктивных и технологических параметров установки учитывались результаты исследований по разработке СВЧ-оборудования непрерывного действия и применению нетрадиционных резонаторных систем [34; 35].

Переработка жиросодержащего сырья птицеводства представляет собой важное направление повышения эффективности функционирования предприятий агропромышленного комплекса, поскольку значительная часть образующихся при убое и разделке птицы побочных продуктов содержит ценные липидные компоненты, пригодные для получения пищевых и технических жиров. Рациональное использование вторичных ресурсов птицеводства позволяет не только увеличить выход товарной продукции, но и снизить потери органического сырья, уменьшить объёмы отходов и повысить экологическую безопасность производства. Особое значение имеет переработка жирового сырья водоплавающей птицы, отличающегося высоким содержанием липидов и благоприятным жирнокислотным составом, что делает его перспективным объектом промышленной переработки.

Традиционные способы вытопки жирового сырья основаны преимущественно на конвективном или контактном подводе теплоты, при котором нагрев осуществляется через поверхность материала. Подобные методы характеризуются сравнительно низкой интенсивностью теплопередачи, значительной продолжительностью технологического процесса и повышенными энергозатратами. Кроме того, при неравномерном распределении температуры возможно локальное перегревание отдельных участков сырья, что приводит к ухудшению качества жира вследствие окислительных процессов и термического разложения липидных соединений. При использовании традиционных плавителей также наблюдаются значительные потери тепловой энергии в окружающую среду, что снижает энергетическую эффективность технологического процесса.

Одним из перспективных направлений совершенствования процессов переработки жиросодержащего сырья птицеводства является применение электротехнологических методов нагрева, основанных на использовании энергии электромагнитных полей сверхвысокой частоты. Особенностью СВЧ-нагрева является объемный характер преобразования энергии, при котором тепловыделение происходит непосредственно внутри материала вследствие диэлектрических потерь. В отличие от традиционных способов теплопередачи, при которых теплота распространяется от поверхности к внутренним слоям, микроволновый нагрев обеспечивает эндогенное образование теплоты по всему объёму сырья, что способствует ускорению технологических процессов и повышению их энергетической эффективности.

Жиросодержащее сырьё птицеводства представляет собой сложную многокомпонентную систему, включающую липидную фазу, влагу и белковые соединения. Такая структура определяет особенности взаимодействия сырья с электромагнитным полем сверхвысокой частоты. Основной механизм преобразования энергии электромагнитного поля в тепловую энергию связан с диэлектрическими потерями, возникающими вследствие ориентационной поляризации молекул воды и межфазной поляризации на границе раздела различных компонентов. Интенсивность нагрева определяется электрофизическими характеристиками материала, такими как диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, которые изменяются в зависимости от температуры и фазового состояния компонентов сырья.

Особый интерес в качестве объекта переработки представляет гусиное жиро-сырьё, характеризующееся высоким содержанием липидов и сравнительно невысокой влажностью. По сравнению с другими видами жирового сырья птицы гусиный жир отличается устойчивыми диэлектрическими свойствами в диапазоне сверхвысоких частот, что обеспечивает стабильные условия взаимодействия с электромагнитным полем. Наличие связанной влаги и межфазных границ между жировой и водной фазами способствует эффективному поглощению энергии электромагнитного поля даже при относительно низком влагосодержании материала.

Применение СВЧ-энергоподвода позволяет существенно интенсифицировать процесс вытопки жира за счёт ускоренного прогрева сырья и повышения скорости фазовых превращений. При объемном нагреве происходит быстрое повышение температуры внутренних слоев материала, что приводит к разрушению клеточных структур жировой ткани и облегчает отделение жидкой липидной фазы. В результате увеличивается выход вытопленного жира и сокращается продолжительность технологического процесса.

Эффективность СВЧ-нагрева во многом определяется электродинамическими условиями взаимодействия электромагнитного поля с объектом микроволнового нагрева. Жиросодержащее сырьё птицы может рассматриваться как диэлектрическая гетерогенная система, параметры которой оказывают существенное влияние на распределение электромагнитного поля в рабочем объёме установки. Для обеспечения равномерного нагрева необходимо учитывать глубину проникновения электромагнитной волны, которая зависит от частоты поля и диэлектрических свойств материала.

Важным условием эффективной переработки жиросодержащего сырья птицеводства является выбор рациональных конструктивных параметров СВЧ-установки. Использование резонаторных систем позволяет создать в рабочей камере устойчивое стоячее электромагнитное поле с выраженными максимумами напряжённости электрической составляющей. При правильном согласовании параметров резонатора и характеристик обрабатываемого материала достигается высокая степень поглощения энергии электромагнитного поля, что обеспечивает интенсивный нагрев сырья.

Перфорированные резонаторы представляют особый интерес для переработки жиросодержащего сырья птицеводства, поскольку они позволяют совмещать процессы нагрева и удаления вытопленного жира. Наличие отверстий в стенках резонатора обеспечивает стекание расплавленного жира и предотвращает его перегрев в зоне воздействия электромагнитного поля. Одновременно обеспечивается возможность непрерывного перемещения сырья через рабочую зону установки, что повышает производительность технологического оборудования.

Использование транспортирующих устройств, выполненных из диэлектрических материалов, позволяет обеспечить равномерное перемещение сырья в зоне электромагнитного воздействия без существенного искажения распределения электрического поля. Применение винтовых шнеков

обеспечивает стабильную подачу сырья и способствует формированию равномерного слоя материала, что является важным условием получения однородного температурного поля.

Электродинамический анализ процессов СВЧ-нагрева позволяет определить рациональные режимы работы оборудования и оценить эффективность преобразования энергии электромагнитного поля в тепловую энергию. При частоте электромагнитного поля 2450 МГц, широко используемой в промышленном оборудовании, создаются благоприятные условия для взаимодействия электромагнитной энергии с жиросодержащим сырьём птицеводства. Длина волны электромагнитного поля при данной частоте составляет около 12 см, что соответствует характерным размерам рабочих камер установок и обеспечивает возможность формирования устойчивых резонаторных режимов.

Интенсивность нагрева определяется величиной напряжённости электрического поля, формируемого в рабочем объёме установки. При увеличении напряжённости электрического поля возрастает плотность диэлектрических потерь, что приводит к ускорению процесса нагрева. Однако чрезмерное увеличение напряжённости поля может привести к локальным перегревам и ухудшению качества продукции, поэтому выбор режимов обработки должен осуществляться с учётом электрофизических характеристик сырья.

Проведение экспериментальных исследований позволяет оценить особенности температурных режимов при переработке жирового сырья птицы и установить зависимости температуры нагрева от времени обработки. Полученные данные используются для определения рациональных режимов работы оборудования и оптимизации технологического процесса.

Исследования показывают, что применение СВЧ-энергоподвода позволяет существенно сократить продолжительность процесса вытопки жира по сравнению с традиционными способами переработки. Одновременно повышается степень извлечения жировой фракции и снижается содержание остаточного жира в шкваре. Это свидетельствует о высокой эффективности использования микроволновой энергии при переработке жиросодержащего сырья птицеводства.

В процессе проведения исследований особое внимание уделялось разработке технологических режимов переработки жиросодержащего сырья птицеводства с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Экспериментальные исследования выполнялись с целью определения рациональных параметров термической обработки, обеспечивающих эффективную вытопку жира при минимальных энергетических затратах и сохранении качественных показателей получаемой продукции. В качестве исходного сырья использовались жировые ткани птицы, образующиеся при убое и разделке тушек, отличающиеся высокой массовой долей липидов и наличием связанной влаги.

Перед проведением термической обработки исходное сырьё подвергалось предварительной подготовке, включавшей сортировку и измельчение до размеров, обеспечивающих равномерный нагрев в электромагнитном поле. Измельчение сырья позволяло увеличить площадь поверхности тепло- и массообмена и способствовало более эффективному разрушению клеточных структур жировой ткани при последующем нагреве. Подготовленное сырьё подавалось в рабочую камеру установки равномерным слоем, что обеспечивало стабильные условия взаимодействия материала с электромагнитным полем.

Конструкция экспериментальной установки предусматривала наличие рабочей камеры резонаторного типа, в которой создавалось электромагнитное поле сверхвысокой частоты. Формирование поля осуществлялось с помощью генератора микроволновой энергии, соединённого с рабочей камерой посредством волноводного тракта. Использование резонаторной системы позволяло обеспечить концентрацию электромагнитной энергии в зоне расположения обрабатываемого материала и повысить эффективность её использования.

Рабочая камера установки была выполнена из металлического материала, обладающего высокой электропроводностью и обеспечивающего отражение электромагнитных волн. Это позволяло формировать в рабочем объёме устойчивое распределение электромагнитного поля и минимизировать потери энергии во внешнюю среду. Геометрические размеры камеры подбирались с учётом длины волны электромагнитного поля и условий формирования резонансных режимов.

В процессе работы установки электромагнитная энергия поглощалась обрабатываемым материалом и преобразовывалась в тепловую энергию. Нагрев сырья происходил одновременно по всему объёму, что обеспечивало равномерное повышение температуры и ускоряло процесс вытопки жира. При повышении температуры происходило разрушение соединительнотканных структур жировой ткани и выделение жидкой жировой фазы, которая отделялась от твёрдых компонентов сырья.

Особенностью микроволнового нагрева жиросодержащего сырья птицеводства является различие в интенсивности нагрева отдельных компонентов материала. Водная фаза обладает более высокими диэлектрическими потерями по сравнению с жировой фазой, поэтому нагрев участков с повышенным содержанием влаги происходит более интенсивно. Это способствует ускоренному прогреву материала и облегчает процесс выделения жира из клеточных структур.

В ходе экспериментальных исследований контролировались температурные режимы обработки сырья. Измерения температуры проводились в различных точках слоя материала, что позволяло оценить равномерность нагрева. Полученные результаты показали, что при использовании СВЧ-энергоподвода достигается достаточно равномерное распределение температуры по объёму сырья, что свидетельствует о высокой эффективности объемного нагрева.

Повышение температуры сырья сопровождалось постепенным переходом жира из твёрдого состояния в жидкое. При достижении температуры плавления происходило интенсивное выделение жидкой жировой фазы, которая под действием силы тяжести стекала из зоны обработки. Отделение жира происходило без применения дополнительных механических воздействий, что способствовало упрощению технологического процесса.

Важным показателем эффективности переработки жиросодержащего сырья птицеводства является выход вытопленного жира. Проведённые исследования показали, что применение микроволнового нагрева позволяет увеличить степень извлечения жировой фракции по сравнению с традиционными способами тепловой обработки. Это объясняется более глубоким разрушением клеточных структур и ускоренным выделением жира при объемном нагреве.

Одновременно с вытопкой жира происходило снижение влажности твёрдого остатка. Удаление влаги сопровождалось уменьшением массы материала и повышением концентрации сухих веществ. Получаемый твёрдый остаток характеризовался пониженным содержанием жира и мог использоваться в качестве кормового компонента после дополнительной переработки.

Продолжительность термической обработки зависела от мощности подводимой энергии и массы обрабатываемого сырья. При увеличении мощности генератора наблюдалось ускорение процесса нагрева и сокращение времени вытопки жира. Однако чрезмерное увеличение мощности могло приводить к локальному перегреву материала, поэтому режимы обработки подбирались с учётом обеспечения стабильных температурных условий.

В процессе исследований было установлено, что применение электромагнитного нагрева позволяет значительно сократить продолжительность технологического процесса. По сравнению с традиционными способами вытопки жира время обработки уменьшалось в несколько раз. Это обеспечивало повышение производительности оборудования и снижение удельных энергозатрат.

Дополнительным преимуществом использования СВЧ-нагрева является возможность совмещения процессов нагрева и обеззараживания сырья. При повышении температуры происходит гибель микроорганизмов, присутствующих в исходном материале, что повышает санитарную безопасность получаемой продукции. Проведённые исследования показали значительное снижение микробной обсеменённости обработанного сырья.

Использование микроволновой энергии также способствует снижению потерь жира, возникающих при переработке. Благодаря быстрому прогреву материала уменьшается продолжительность пребывания жира при повышенной температуре, что снижает интенсивность окислительных процессов. В результате получаемый жир характеризуется стабильными качественными показателями.

Важным фактором является энергетическая эффективность процесса переработки жиросодержащего сырья птицеводства. При использовании СВЧ-нагрева тепловая энергия образуется непосредственно внутри материала, что позволяет уменьшить потери теплоты в окружающую среду. Это обеспечивает снижение удельного расхода энергии и повышение экономической эффективности переработки.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой перспективности применения электротехнологических методов переработки жиросодержащего сырья птицеводства. Использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты позволяет обеспечить интенсивный нагрев материала, увеличить выход жира и сократить продолжительность технологического процесса.

Разработанные технологические решения могут быть использованы при создании промышленного оборудования для переработки вторичных ресурсов птицеводства. Применение подобных установок позволит повысить эффективность использования сырья и снизить себестоимость получаемой продукции.

Заключительный этап исследований был посвящён оценке технологической и энергетической эффективности переработки жиросодержащего сырья птицеводства при использовании электромагнитного поля сверхвысокой частоты, а также определению возможностей практического применения разработанных решений в условиях промышленного производства. Особое внимание уделялось анализу устойчивости технологического процесса при длительной работе оборудования и переработке различных видов сырья птицеводства, отличающихся по структуре и химическому составу.

Проведённые исследования показали, что применение сверхвысокочастотного нагрева обеспечивает стабильное протекание процесса термической обработки при переработке жировой ткани птицы, подкожного жира и внутреннего жира, образующихся при убое и разделке тушек.

Независимо от исходных характеристик сырья наблюдалось устойчивое повышение температуры и равномерный прогрев материала по всему объёму. Это обеспечивало эффективное разрушение тканевых структур и интенсивное выделение жировой фракции.

Анализ технологического процесса показал, что переработка жиросодержащего сырья птицеводства с использованием СВЧ-нагрева может осуществляться как в периодическом, так и в непрерывном режиме. При периодической работе установка обеспечивает возможность переработки отдельных партий сырья различного состава, что удобно для небольших предприятий птицеперерабатывающей промышленности. Непрерывный режим работы более предпочтителен для крупных производств, где переработка сырья птицеводства осуществляется в значительных объёмах.

При непрерывной подаче сырья обеспечивается более равномерная загрузка оборудования и стабильные параметры технологического процесса. Это способствует повышению производительности установки и снижению удельных энергозатрат. Кроме того, непрерывный режим позволяет уменьшить затраты времени на вспомогательные операции, связанные с загрузкой и выгрузкой сырья.

В процессе переработки жиросодержащего сырья птицеводства образуется несколько видов продукции, представляющих практическую ценность. Основным продуктом является вытопленный жир, который может использоваться в кормовых и технических целях. Получаемый жир характеризуется однородной структурой и отсутствием посторонних включений. Его качество определяется режимами термической обработки и степенью очистки от механических примесей.

Дополнительным продуктом переработки является обезжиренный твёрдый остаток, содержащий белковые вещества и минеральные компоненты. После дополнительного измельчения и высушивания такой остаток может использоваться в качестве кормовой добавки. Это позволяет обеспечить более полное использование сырья птицеводства и повысить экономическую эффективность переработки.

Важным результатом проведённых исследований является подтверждение возможности значительного сокращения продолжительности технологического процесса. При использовании электромагнитного нагрева время переработки жиросодержащего сырья птицеводства сокращается в несколько раз по сравнению с традиционными методами тепловой обработки. Ускорение процесса достигается благодаря объемному подводу энергии непосредственно к обрабатываемому материалу.

Сокращение времени обработки оказывает положительное влияние на качество получаемой продукции. При уменьшении продолжительности нагрева снижается степень окисления жиров и уменьшается разрушение белковых соединений. В результате повышается пищевая и кормовая ценность продуктов переработки.

Особое значение имеет снижение микробиологической обсеменённости перерабатываемого сырья птицеводства. Проведённые исследования показали, что при использовании сверхвысокочастотного нагрева достигается эффективное обеззараживание материала. Повышение температуры до технологически заданного уровня обеспечивает гибель большинства микроорганизмов, присутствующих в исходном сырье. Это повышает безопасность получаемой продукции и улучшает условия её хранения.

Анализ энергетических показателей процесса показал, что использование электромагнитного нагрева обеспечивает существенное снижение удельных энергозатрат. По сравнению с традиционными методами вытопки жира расход энергии уменьшается благодаря снижению тепловых потерь и более эффективному использованию подводимой мощности. Энергия электромагнитного поля преобразуется в тепловую непосредственно внутри материала, что исключает необходимость нагрева промежуточных теплоносителей.

Снижение энергозатрат имеет важное значение для предприятий птицеперерабатывающей промышленности, поскольку переработка жиросодержащего сырья обычно характеризуется значительными затратами тепловой энергии. Использование электротехнологических методов позволяет уменьшить себестоимость получаемой продукции и повысить рентабельность переработки.

Проведённые исследования показали, что использование СВЧ-нагрева позволяет повысить степень извлечения жира из сырья птицеводства. Более полное выделение жировой фракции достигается благодаря интенсивному разрушению тканевых структур при объемном нагреве. При этом уменьшается содержание остаточного жира в твёрдом остатке, что свидетельствует о высокой эффективности переработки.

Полученные экспериментальные данные позволили определить рациональные режимы переработки жиросодержащего сырья птицеводства. Установлено, что оптимальные параметры процесса обеспечивают устойчивое протекание технологических операций без перегрева материала и без ухудшения качественных характеристик продукции. Подбор рациональных режимов позволяет обеспечить стабильную работу оборудования и высокую производительность процесса.

Особое внимание уделялось вопросам надёжности и безопасности работы оборудования. Конструкция установки предусматривает экранирование рабочей камеры, что исключает выход

электромагнитного излучения во внешнюю среду. Это обеспечивает безопасные условия работы обслуживающего персонала и соответствует требованиям промышленной безопасности.

Использование электротехнологических методов переработки сырья птицеводства позволяет значительно упростить технологическую схему производства. Отпадает необходимость в использовании паровых котлов и систем подачи теплоносителя, что снижает капитальные затраты на создание перерабатывающих линий. Компактность оборудования позволяет размещать установки непосредственно на территории птицеперерабатывающих предприятий.

Важным преимуществом разработанной технологии является возможность комплексной переработки сырья птицеводства. В процессе обработки обеспечивается получение нескольких видов продукции при минимальном количестве отходов. Это соответствует современным требованиям ресурсосбережения и экологической безопасности.

Перспективным направлением дальнейших исследований является совершенствование конструкций установок для переработки жиросодержащего сырья птицеводства. Повышение эффективности использования электромагнитной энергии может быть достигнуто за счёт оптимизации геометрии рабочих камер и улучшения условий взаимодействия электромагнитного поля с обрабатываемым материалом.

Дополнительные исследования могут быть направлены на разработку автоматизированных систем управления технологическим процессом. Использование автоматического регулирования мощности и температуры позволит повысить стабильность работы оборудования и обеспечить оптимальные условия переработки сырья птицеводства.

Внедрение разработанных технологических решений позволит повысить эффективность работы птицеперерабатывающих предприятий и обеспечить более полное использование сырья птицеводства. Использование электротехнологических методов переработки создаёт условия для получения продукции стабильного качества при сниженных энергозатратах.

Проведённые исследования подтверждают целесообразность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты при переработке жиросодержащего сырья птицеводства. Использование предложенных технологических решений позволяет обеспечить интенсивную термическую обработку сырья, повысить выход жира и снизить удельные энергозатраты.

Полученные результаты могут служить основой для разработки промышленного оборудования и технологических линий переработки сырья птицеводства. Применение разработанных методов позволит повысить экономическую эффективность производства и обеспечить рациональное использование вторичных ресурсов птицеводства.

Список литературы

1. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55-66. DOI 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. EDN MIRJTR.

2. Воронов, Е. В. Разработка СВЧ-установки для термообработки отходов убоя животных / Е. В. Воронов // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 369-381. DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2511. – EDN IIUTYY.

3. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 154–160. DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. EDN LAAYEX.

4. Воронов, Е. В. Исследование и разработка СВЧ-установки для термообработки и обеззараживания жиросодержащих отходов убоя животных / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (73). С. 126–137. DOI 10.24412/2078-1318-2023-4-126-137. EDN DRYTQN.

5. Обоснование конструкции резонаторов, предназначенных для термообработки вторичного мясного сырья / Е. В. Воронов, С. А. Суслов, Г. В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 176-185. DOI 10.37670/2073-0853-2024-106-2-176-185. EDN DCRAAX.

6. Патент № 2834683 C1 Российская Федерация, МПК C11B 1/12. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья : заявл. 27.02.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. – EDN KHPKEC.

7. Патент № 2803127 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00, H05B 6/64. СВЧ установка с биконическим резонатором и пакетами тарелок для термообработки мясокостных конфискатов : № 2023115058 : заявл. 08.06.2023 : опубл. 06.09.2023 / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN OHWPJY.

8. Новикова Г. В., Белова М. В., Тараканов Д. А., Тихонов А. А. Разработка и обоснование параметров СВЧ-установки для размораживания и разогрева коровьего молозива // Вестник НГИЭИ. 2020. № 2 (105). С. 45–55. EDN OVQATU.

9. Modular microwave unit for heat treatment of raw materials at factory-farm enterprises / M. V. Prosviryakova, B. G. Ziganshin, Y. K. Shogenov [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture

and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. Kazan: EDP Sciences, 2022. P. 00047. – DOI 10.1051/bioconf/20225200047. – EDN ZZUHLP.
10. Разработка и обоснование параметров плавителя жирового сырья с СВЧ-энергоподводом / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 119–124. DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-119-124. EDN LFGPZQ.
11. Патент № 2752938 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Двухмодульная СВЧ установка непрерывно-поточного действия для размораживания и разогрева коровьего молозива : № 2020141711 : заявл. 17.12.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. EDN RICROV.
12. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
13. Патент № 2734593 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. СВЧ установка для размораживания и разогрева коровьего молозива с соосно расположенными резонаторами : № 2020104252 : заявл. 30.01.2020 : опубл. 20.10.2020 / Г. В. Новикова, М. В. Белова, О. В. Михайлова [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). EDN LBFHUW.
14. Жданкин, Г. В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой, О. В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 229-236. – EDN YQVOXJ.
15. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2(69). – С. 61-71. – EDN VVCJOP.
16. Ершова, И. Г. Технология переработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, О. В. Михайлова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2(80). – С. 83-86. – EDN RSCCAF.
17. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, О. В. Михайлова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 154-160. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. – EDN LAAYEX.
18. Патент № 2629159 C1 Российская Федерация, МПК A47J 29/06. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья : № 2016133524 : заявл. 15.08.2016 : опубл. 24.08.2017 / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, Г. В. Новикова, О. В. Михайлова ; заявитель ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN HAXMCU.
19. Крайнов, Ю. Е. Анализ рабочих камер, обеспечивающих термообработку и гранулирование отходов сельскохозяйственного сырья / Ю. Е. Крайнов, О. В. Михайлова, Н. К. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(42). – С. 6-12. – DOI 10.18286/1816-4501-2018-2-6-12. – EDN XREQAX.
20. Патент № 2694944 C1 Российская Федерация, МПК A47J 39/00. Микроволновая установка для размораживания коровьего молозива : № 2018143727 : заявл. 11.12.2018 : опубл. 18.07.2019 / Д. В. Поручиков, А. Н. Васильев, И. Г. Ершова [и др.] ; заявитель ФГБНУ "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN XLVLCF.
21. Патент № 2602281 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для измельчения и обеззараживания зерна и зернопродуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2014152010/13 : заявл. 22.12.2014 : опубл. 20.11.2016 / О. В. Михайлова, А. А. Белов, М. В. Белова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)". – EDN IKARHS.
22. Патент № 2600697 C1 Российская Федерация, МПК A23L 5/30. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира : № 2015117451/13 : заявл. 07.05.2015 : опубл. 27.10.2016 / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN CYIIFR.
23. СВЧ-установка для обеззараживания зерна и продуктов его переработки / А. А. Белов, В. Ф. Сторчевой, М. В. Белова, А. Н. Коробков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 101-107. – EDN TLABPX.
24. Патент № 2584029 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Установка для обеззараживания и шелушения зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты : № 2015102653/13 : заявл. 27.01.2015 : опубл. 20.05.2016 / А. А. Белов, М. В. Белова, Г. В. Новикова [и др.] ; заявитель АНО ВО "Академия технологии и управления". – EDN ZEROEH.
25. Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме / И. М. Селиванов, Г. В. Новикова, М. В. Белова [и др.] // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 499-501. – EDN UDDZQR.
26. Обоснование собственной добротности резонаторов СВЧ-установок для вытопки пасечного воска / А. В. Шевелев, О. В. Михайлова, Г. В. Новикова, М. В. Просвирякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 8(190). – С. 124-130. – EDN PMCCYM.
27. Новикова Г. В., Шевелев А. В., Просвирякова М. В. [и др.]. Патент № 2770496 C1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00, A01K 59/06. Установка СВЧ непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами для вытопки пасечного воска с отделением меда. № 2021127581; заявл. 21.09.2021; опубл. 18.04.2022. EDN SKRVZR.

28. Шевелев, А. В. Поиск перспективных направлений модернизации систем поения на фермах КРС / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 232-240. – EDN WQFQQB.
29. Шевелев, А. В. Системы горячего водоснабжения с электронагревом воды: области применения в сельском хозяйстве / А. В. Шевелев, Н. В. Оболенский // Вестник НГИЭИ. 2015. № 10 (53). С. 64–70. EDN VBQRGD.
30. Шевелев, А. В. Обоснование рационального режима работы СВЧ-воскотопки / А. В. Шевелев // Вестник НГИЭИ. 2023. № 3(142). С. 17-25. DOI 10.24412/2227-9407-2023-3-17-25. EDN GETRDI.
31. Шевелев, А. В. Исследование динамики нагрева воскового сырья в электромагнитном поле СВЧ / А. В. Шевелев, М. С. Жужин, Е. А. Сбитнев // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6(133). С. 32-43. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-6-32-43. EDN CNOBQC.
32. Горячева, Н. Г. Обоснование параметров СВЧ-конвективной хмелесушилки с металлодиэлектрическими резонаторами / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 45-56. DOI 10.24412/2227-9407-2022-11-45-56. EDN VVQODQ.
33. Горячева, Н. Г. Анализ конструкционных исполнений конвективно-сверхвысокочастотных хмелесушилок / Н. Г. Горячева // Вестник НГИЭИ. 2023. № 5(144). С. 57-71. DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-57-71. EDN DESJSC.
34. Хмелесушилка с источниками эндогенно-конвективного нагрева / М. В. Просвирякова, В. Ф. Сторчевой, Н. Г. Горячева [и др.] // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(17). – С. 91-99. – EDN PQXVSF.
35. Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers / M. V. Prosviryakova, V. F. Storchevoy, N. G. Goryacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 1052, No. 1. P. 012141. DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012141. EDN PQSPZC.

УДК 637.54:621.365.5

Шабалин Р.А., Сидоров О.О.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

СУЩЕСТВУЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. В нашей статье описаны основные способы внесения удобрений и технологии для внесения сыпучих удобрений в почву. Рассмотрены машины и оборудование для внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: Внесение, минеральные удобрения,сыпучие удобрения, агрегат,привод

В настоящее время применяются и существуют различные способы внесения сухих минеральных удобрений. *Три основных способа внесения удобрений: допосевное, припосевное и послепосевное.*

Допосевным методом обычно вносятся азотные, фосфорные и калийные удобрения

Припосевное внесение удобрений подразумевает внесение удобрений одновременно с посевом семян.

Послепосевное внесение удобрений производится после прорастания семян. Таким методом вносят и минеральные, и органические удобрения.

Основные способы внесения минеральных удобрений приведены на рис. 1

Рисунок 1. Способы внесения удобрений

Удобрение, вносимое одновременно с посевом семян или посадкой клубней и рассады, называется припосевным или рядковым. Его распределяют небольшими порциями либо рядковым методом, либо локально-ленточным способом. Например, таким образом используют гранулированный суперфосфат, чтобы обеспечить молодые растения фосфором.

Рядковое удобрение помогает растениям лучше развиваться и легче переносить временную засуху, а также уменьшает риск повреждения вредителями и болезнями и способствует подавлению сорной растительности. Особенно важно такое удобрение на почвах, где фосфор является дефицитным элементом, или при ограниченном количестве минеральных удобрений.

Подкормки используются в период вегетации растений, чтобы усилить их питание в периоды интенсивного потребления питательных веществ. Для этого применяют растворимые удобрения, а также органические удобрения с высоким содержанием азота, такие как навозная жижа или птичий помёт.

Рассмотрим агрегат для внесения удобрений с одновременной обработкой почвы(рис.2). Данный агрегат оснащен однокамерным бункером с приводом от шпорного колеса обьемом 2 $м^3$. Внесение удобрений производится одновременно с обработкой почвы. Может использоваться как в прицепной так и в навесной версии.

а б

Рисунок 2. Глуборыхлитель с системной внесения гранулированных удобрений :
а - общий вид оборудования: б - рабочий орган оборудования

Преимуществами вышеописанного оборудования является:

Улучшение структуры почвы. Глубокорыхлитель помогает разрушать уплотнённые слои почвы, улучшая её структуру и аэрацию.

Это способствует лучшему проникновению воды и воздуха к корням растений.

Внесение удобрений на нужную глубину. Устройство позволяет одновременно вносить удобрения на заданную глубину, что обеспечивает их более эффективное использование растениями.

Повышение урожайности. Благодаря улучшению структуры почвы и обеспечению растений необходимыми питательными веществами, урожайность сельскохозяйственных культур может увеличиться

Рассмотрим метод разбрасывания удобрений на примере машины для внесения твердых органических удобрений(рис.3).

К недостаткам глубокорыхлителя относятся:

требуются дополнительные затраты на механизацию и увеличение мощности оборудования;

высокий износ рабочих элементов техники;

поверхность поля после обработки становиться нестабильной,

тяжёлая сельскохозяйственная техника не может беспроблемно проехать по этой территории.

а б

Рисунок 3. Агрегат ПРТ-7А для внесение твердых органических удобрений сплошным методом

а – общий вид оборудования б- рабочий орган оборудования

Машина для внесения твердых органических удобрений ПРТ-7А имеет целый ряд очевидных преимуществ по сравнению с ранее выпускаемыми машинами:за счет изменения разбрасывающего устройства лучше измельчает вносимые удобрения;

Применение гидравлического реверсивного привода рабочего транспортера обеспечивает плавное бесступенчатое регулирование его скорости, а соответственно и дозы внесения удобрений.

Реверсивный гидропривод транспортера позволяет одним переключением рычага гидрораспределителя трактора включить обратный ход в случае заклинивания разбрасывающих барабанов посторонними предметами.

Применение в конструкции подпружиненных натяжных звездочек повышает надежность привода и обеспечивает автоматическое натяжение цепей привода разбрасывающих барабанов и общее улучшение условий труда механизатора; повышена поперечная устойчивость.

Недостатками данного метода является быстрое вымывание и выветривание. Поверхностные удобрения могут быть подвержены воздействию воды и ветра, что приводит к их быстрому удалению из почвы.

Это снижает эффективность удобрений и может привести к загрязнению окружающей среды.

Неравномерное распределение. При поверхностном внесении удобрений возможно неравномерное распределение питательных веществ по почве. Это может вызвать дисбаланс в питании растений и снизить урожайность.

Потери азота. Некоторые виды удобрений, особенно азотные, могут улетучиваться при поверхностном внесении. Это приводит к потерям азота и снижению эффективности удобрений.

Научный руководитель - Юнусов Г.С., д.т.н., профессор

Список литературы

1. Байбобоев Набижон Гуломович, Кучкоров Собиржон Каримжонович, Гуломов Шукуржон Илхомжонович, Тоштиллаев Шохрух Азаматович НОВАЯ РАБОЧАЯ ОРГАН КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ // Механика и технология. 2024. №14. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-rabochaya-organ-kultivatora-dlya-vneseniya-mineralnyh-udobreniy (дата обращения: 26.12.2024).
2. Кокунова, И. В. Инновационная техника для подкормки лугов и пастбищ / И. В. Кокунова, В. А. Ружьев, А. Н. Пасуев // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям в АПК : материалы международной научно-практической конференции, посвященной Дню Академии, Великие Луки, 06 декабря 2023 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 213-218. – EDN BKLTOH.
3. Кобер А.В., Сидоров Ю.Н., Докина Н.Н., Подзимнее внесение минеральных удобрений на естественных и старовозрастных сеяных пастбищах в зоне сухих степей. /Инновационные направления в развитии сельскохозяйственного производства//Матер. междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, 2012. С. 114-116. EDN: RPBWCR
4. Трубилин Е. И., Белоусов С. В., Бледнов В. А. В сборнике: Инноватика -2013. сборник материалов IX Всероссийской школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Национальный исследовательский Томский государственный университет, Министерство образования и науки Российской Федерации; Под редакцией А. Н. Солдатова, С. Л. Минькова. Томск, 2013. С. 152-158. EDN: SWOSST
5. Юнусов, Г.С. Конструкция почвообрабатывающих органов / Г.С Юнусов, М.А. Ямбулатов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материал международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16-17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. - ЙОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, 2022. - С.669-671

УДК 637.54:621.365.5

Шабалин Р.А., Сидоров О.О.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКОЙ

Аннотация. В данной статье проводится анализ и описание современных конструкций устройств, предназначенных для точной и эффективной подачи сыпучих удобрений в почву при использовании малогабаритной техники. Также рассмотрим различные типы устройств для подачи удобрений, их преимущества и недостатки, а также особенности применения на малогабаритной технике.

Ключевые слова: растениеводство, сыпучие удобрения, транспортировка, внесение, мини-трактор, разбрасыватель, малогабаритная техника.

В современном сельском хозяйстве автоматизация процессов становится всё более актуальной. Одним из ключевых аспектов успешного выращивания урожая является правильное внесение сыпучих удобрений в почву. Для этой цели разработано множество устройств, способных

оптимизировать процесс и повысить его эффективность. В данной статье мы рассмотрим одно из таких устройства для малогабаритной технике.

Агрегат для подготовки почвы под посадку риса (RU215678U1) предназначен для механизированной подготовки почвы под выращивание риса, в том числе для посева сорго и технических культур в условиях нехватки земли (0,3–0,5 га) и низкой доступности горюче-смазочных материалов (ГСМ) в фермерских хозяйствах.

Технический результат достигается тем, что в агрегате для подготовки почвы под посадку риса, включающем техническое средство с подмоторной рамой с двигателем от мотоцикла Восход-3М (рис. 1), систему зажигания от мотороллера Вятка, топливный бак, вентилятор принудительной системы охлаждения, тягу из стальной проволоки для переключения передач, рычаг переключения скоростей коробки переключения передач мотоциклетного двигателя, глушитель, рычаг сцепления, рукоятку управления дроссельной заслонкой, трансмиссию и рабочий вал, согласно полезной модели, в качестве технического средства использован трехколесный грузовой велосипед, содержащий руль, на котором расположены рычаг сцепления и рукоятка управления дроссельной заслонкой и раму, задняя часть которой, снабжена п-образной стойкой, с установленной на ее верхней части емкости, для жидких удобрений, оснащенной заливной горловиной и отверстиями для связанных общей поперечиной с винтовым дозатором, стержней, запорных конических клапанов, раздаточных отверстий, а в ее нижней части подвижно закреплены параллелограммные кронштейны, на которых установлена подмоторная рама, оснащенная съемными транспортными колесами и рабочим валом с закрепленными на нем сменными фрезами, а на передней ее части установлен рычаг переключения скоростей коробки переключения передач.

Агрегат для подготовки почвы под посадку риса работает следующим образом. С помощью трехколесного грузового велосипеда 1, а также установленной на нем п-образной стойки 9 и параллелограммных кронштейнов 18 подмоторная рама 19 на транспортных колесах 20 перемещаются на поле. На поле транспортные колеса 20 демонтируются и подмоторная рама 19 опускается в рабочее положение. Далее выжимается рычаг сцепления 3 и фиксируется в данном положении защелкой, заводится мотоциклетный двигатель 8 с системой зажигания 21 от мотороллера Вятка, топливным баком 22, вентилятором 23 принудительной системы охлаждения и глушителем 25.

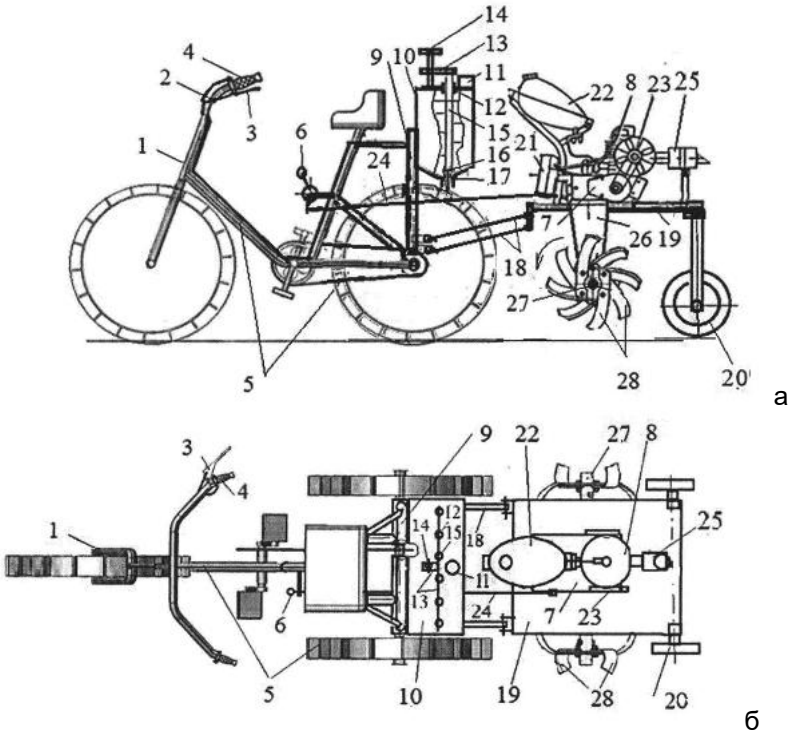


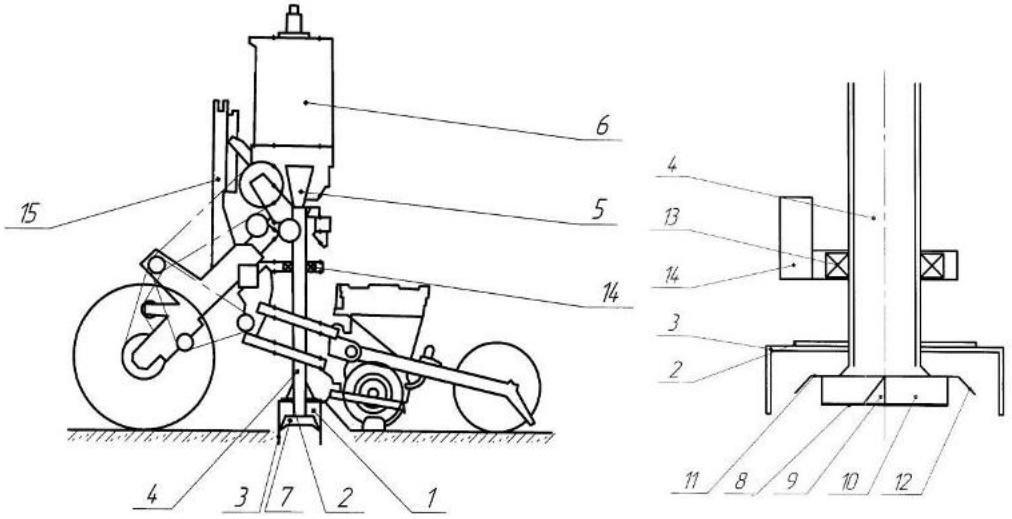
Рисунок 1. Агрегат для подготовки почвы под посадку риса (RU215678U1):
а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – велосипед; 2 – руль; 3 – рычаг сцепления; 4 – рукоятка; 5 – рама; 6 – рычаг КПП; 7 - коробки переключения передач; 8 – двигатель; 9 – стойка; 10 – емкость удобрения; 11 – заливная горловина; 12 и 17 – отверстия; 13 – поперечина; 14 – дозатор; 15 – стержни; 16 – клапан; 18 – кронштейн; 19 – рама; 20 – транспортные колеса; 21 – система зажигания; 22 – топливный бак; 23 – вентилятор; 24 – тяга; 25 – глушитель; 26 – трансмиссия; 27 – вал; 28 - фреза

Потом рукояткой 4 управления дроссельной заслонкой проверяется работа двигателя 8 на холостом ходу. Затем винтовым дозатором 14 поднимают поперечину 13 стержней 15 в отверстиях 12

для соответствующего размещения запорных конических клапанов 16 регулирования проходного сечения раздаточных отверстий 17, например, для первой метки для дозированного истечения жидких удобрений из емкости 10, залитых через заливную горловину 11. Потом рычагом 6 включают 1-ю передачу коробки переключения передач (КПП) 7 и сняв защелку расфиксируется рычаг сцепления 3. Аналогично для других передач. После чего от КПП 7 через трансмиссию 26 передается вращение рабочему валу 27 с закрепленными на нем почвообрабатывающими фрезами с саблевидными ножами 28 или фрезами с ножами типа «гусиные лапки». Они вращаются и срезают, измельчают и перемешивают почву при постепенном перемещении вперед вместе с велосипедом 1. Фрезы тщательно рыхлят почву и одновременно перемешивают дозированно вытекающие из емкости 10 удобрения, повышая ее качество в плане плодородия, а также показывают хорошую производительность на тяжелых грунтах и целине. При работе фрезы для подготовки почвы под посадку риса оператор меньше подвержен вибрации и физической нагрузке, так как он сидит в кресле велосипеда 1, а благодаря параллелограммным кронштейнам 18 рабочие органы (фрезы) 28 имеют возможность свободно перемещаться в вертикальной плоскости. По окончании работы запорными коническими клапанами 16 перекрываются раздаточные отверстия 17, двигатель 8 отключается, подмоторная рама 19 устанавливается на транспортные колеса 20 и с помощью педалей велосипеда 1 оператор перемещается обратно с поля.

особенно при высокой ботве, что влияет на сохранность зеленой массы и урожайности.

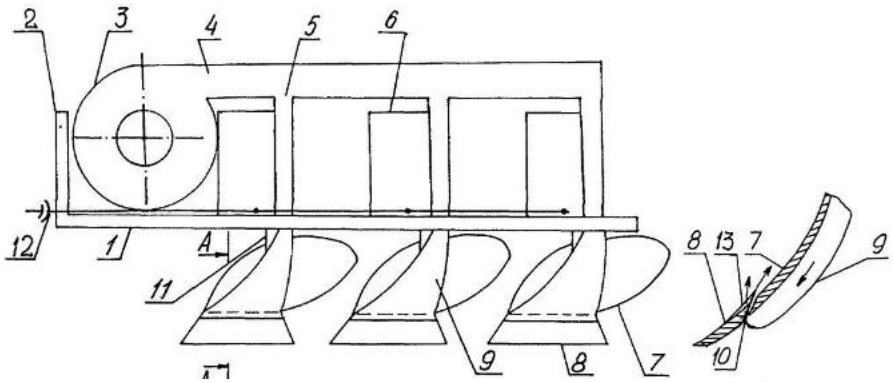
Оборудование для объемного внесения минеральных удобрений в почву (рис. 2) предназначена для внесения минеральных удобрений с одновременным мульчированием почвы при комбинированном посеве пропашных культур.



а б

Рисунок 2. Устройство для объемного внесения минеральных удобрений в почву: а - общий вид установки; б - схема вертикальной фрезы с тукопроводом; 1 - сошник; 2 - барабан; 3 - ножи; 4 - вал; 5 - выгрузное окно; 6 - туковысевающий аппарат; 7 - разбрасыватель; 8 - диск; 9 - рассекатель; 10 - лопатки; 11 - диск; 12 - отражатель; 13 - подшипник; 14 - рама; 15 - навеска

Плуг-удобритель (рис. 3), включающий закрепленные на раме отвальные корпуса и туковысевающие аппараты с тукопроводами, отличающийся тем, что он оборудован высоконапорным вентилятором с воздухопроводом, который герметично соединен с тукопроводами, при этом тукопроводы закреплены с задней стороны отвалов и сопряжены по радиусу с щелью, выполненной между лемехом и отвалом по касательной к поверхности отвала, на наружной поверхности лемеха перед щелью предусмотрены рыхлительные выступы, продолжение которых над щелью выполнено в виде зубьев, причем привод вентилятора выполнен от гидромотора, а туковысевающих аппаратов - от вала отбора мощности трактора.



а б

Рисунок 3. Плуг-удобритель:
а - общий вид оборудования; б - отвал; 1 - рама; 2 - навесное устройство; 3 - вентилятор; 4 - воздухопровод; 5 - патрубки; 6 - туковысевающий аппарат; 7 - отвал; 8 - лемех; 9 - тукопровод; 10 - щель; 11 - стойка; 12 - вал; 13 - выступ

Плуг-удобритель работает следующим образом. При движении плуга в заглубленном состоянии лемех 8 подрезает пласт почвы в горизонтальной плоскости, который перемещается по лемеху на отвал. В это время вентилятор 3 создает напор в воздухопроводе 4 и патрубках 5. Удобрения от туковысевающих аппаратов 6 подаются в тукопроводы 9, сюда же подается и воздух из патрубков 5. Воздух смешивается с удобрениями и направляется в щель 10. Подрезанный лемехом 8 пласт поступает на клинообразные выступы 13 и разрыхляется. Как только разрыхленный пласт перемещается над щелью 10, он взаимодействует с потоком воздуха, насыщенным удобрениями. При этом между отвалом 7 и пластом почвы образуется воздушная подушка, насыщенная удобрениями. Удобрения в этом случае проникают между разрушенными комочками почвы и насыщают весь пахотный горизонт. В то же время воздушная подушка между почвой и отвалом 7 снижает тяговое сопротивление плуга.

Недостатки плуга удобрителя:

-устройство включает высоконапорный вентилятор, привод от гидромотора, воздухопроводы и тукопроводы, что делает его более сложным в производстве и обслуживании.

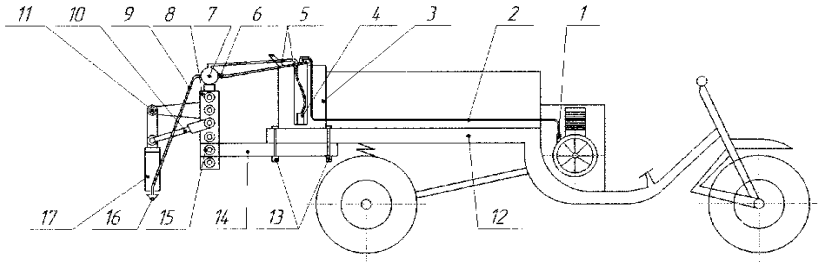
-из–за сложности конструкции возможны частые поломки и необходимость регулярного технического обслуживания, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Неравномерное распределение удобрений: Хотя воздушная система помогает распределять удобрения по всему пахотному горизонту, при неправильной настройке возможно неравномерное внесение удобрений, что снижает эффективность их использования.

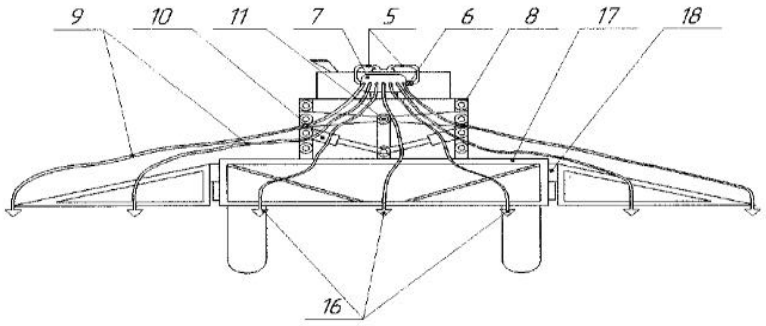
Высокие затраты на обслуживание и ремонт: Сложная конструкция требует значительных затрат на поддержание в рабочем состоянии, что может быть особенно затратно для небольших хозяйств.

Опрыскиватель навесной (патент RU194515U1) считается навесным орудием на базе мотороллера марки ТМ32-02 (рис. 4). Опрыскиватель предназначен для проведения работ на полях, приусадебных участках, в садах и виноградниках.

Данная разработка включает в себя емкость пластмассовую с горловиной и фильтрующей сеточкой для залива воды, шланг для забора рабочего раствора из емкости 3, шланг высокого давления 5 и 9, фильтр водяной, тройник с перепускным краном, насос водяной со шкивом 4, неподвижную металлическую платформу 12, выполненную с возможностью крепления на ось мотоблока, регулировочный винт 15 с натяжным тросиком, вертикально-подвижную штангу 17, подвижный фиксирующий тройник, подвижную металлическую платформу 8, на которой прикреплен водяной насос 4 со шкивом, рычаг для натяжения тросика, штангу металлическую горизонтальную с креплениями для шланга с распылителями, ремень, подставку с колесами.



а



б

Рисунок 4. Общий опрыскивателя навесного патент (RU194515U1):
а – вид сбоку; б – вид сзади; 1 – генератор; 2 – электропроводка; 3 – емкость; 4 – насос водяной; 5 и 9 – шланг высокого давления; 6 – перепускной клапан; 7 – рампа; 8 – навеска; 10 – амортизаторы; 11 – шарнирные соединения; 12 – рама; 13 и 15 – болтовые соединения; 14 – уголок; 16 – форсунки; 17 - штанга

Работает устройство следующим образом. В пластмассовую емкость 3 заливается рабочая жидкость через горловину. Далее штанга 17 переводится из транспортного положения в рабочее и подбирается нужная высота штанги с помощью регулируемой навески 8. Энергетическое средство

запускается, в результате чего генератор 1 вырабатывает постоянный ток, затем ток поступает через электропроводку 2 к насосу 4, приводя его в действие. Насос 4 начинает закачивать рабочую жидкость в распределительную рампу 7 через шланги 5 под давление 3-3,5 кПа. При излишках давления в системе открывается перепускной клапан 6, направляя жидкость через сливную магистраль в емкость 3. Рабочая жидкость от распределительной рампы 7 через шланг высокого давления 9 равномерно распределяется на распылители 16, далее происходит распределение рабочей жидкость по поверхности обрабатываемого участка.

Опрыскиватель навесной предназначен для химической защиты растений, внесения жидких минеральных удобрений, борьбы с сорняками при проведении работ на полях, приусадебных участках и в небольших фермерских хозяйствах

При этом предлагаемая конструкция навесного опрыскивателя, навешанная на мотороллер ТМЗ2-02, позволяет повысить надежность конструкции и производительность самоходного агрегата.

Разбрасыватель для внесения органических удобрений (рис. 5) используется в растениеводстве на машинах для внесения твердых органических удобрений. Технический результат заключается в улучшении качества распределения твердых органических удобрений по поверхности поля за счет дальности разбрасывания и уменьшении энергоемкости. Технический результат достигается тем, что устройство содержит измельчающий барабан с многозаходной навивкой и подающий барабан с лопастями. Под подающим барабаном дополнительно установлены два горизонтальных роторных диска, на конических поверхностях которых жестко закреплены винтовые лопасти.

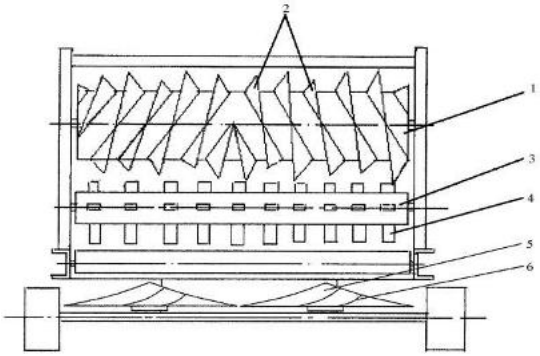


Рисунок 5. Разбрасыватель орган для внесения органических удобрений:
1 - измельчающий барабан; 2 - многозаходной навивка; 3 - подающий барабан; 4 - лопасти; 5 - роторные диски; 6 - лопасти

Технологический процесс работы навозоразбрасывателя выглядит следующим образом. Транспортёр перемещает удобрения, находящиеся в кузове, с малой скоростью разбрасывающему органу. Измельчающий барабан 1 с многозаходной навивкой 2 интенсивно рыхлят навоз, измельчают соломистые включения и подают разрыхленную и измельченную массу на подающий барабан 3, который выравнивает массу и равномерно подает с помощью лопастей 4 на горизонтальные роторные диски 5 установленные под подающим барабаном 3. Горизонтальные роторные диски 5, с винтовыми лопастями 6 приводятся во вращение с помощью гидромоторов (не показаны) и поток материала, поступивший на них, распределяется равномерным слоем и движется вниз по коническим поверхностям горизонтальных роторных дисков 5, которые не только обеспечивают движение частиц без удара, но и отрыв их с разных точек поверхности, так как радиус рабочей поверхности к ее основанию увеличивается. Винтовые лопасти 6, закрепленные на конических поверхностях горизонтальных роторных дисков 5, позволяют более эффективно разбрасывать частицы с различной скоростью на разные расстояния. Это позволит увеличить в два раза ширину разбрасывания удобрений, повысить производительность агрегата и повысить равномерность распределения их по поверхности поля.

Недостатки навозоразбрасывателя:

-при неправильной настройке или износе деталей возможно неравномерное разбрасывание навоза, что может привести к неэффективному использованию удобрения и снижению урожайности.

-Навозоразбрасыватели могут издавать значительный шум во время работы, что может создавать дискомфорт для оператора и окружающих.

Научный руководитель - Юнусов Г.С., д.т.н., профессор

Список литературы

1. Ахметов С. Г. и др. Машины для внесения удобрения //ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК, КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. – 2020. – С. 33-37.

2. Беседин В. В. МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ //Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. – 2021. – С. 10-15.
3. Дьячков А. П., Бровченко А. Д., Липунов А. Г. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ОДНОВРЕМЕННО С ОБРАБОТКОЙ ПОЧВЫ //Тенденции развития технических средств и технологий в АПК. – 2021. – С. 179-185.
4. КОСТАРИНОВ А. С., ДАНИЛЕНКО Ж. В. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ //ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА: ВЗГЛЯД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ. – 2022. – С. 490-493.
5. Милюткин В. А., Буксман В. Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твердых минеральныхудобрений одновременно с посевом //Техника и оборудование для села. – 2018. – №. 10. – С. 16-21.
6. Милюткин В. А., Буксман В. Э. ИННОВАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЕВА СЕЛЬХОЗ-КУЛЬТУР С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ //НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА. – 2021. – С. 1158-1164.
7. Милюткин В. А., Иванов В. А., Попов А. В. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №. 1. – С. 38-47.
8. Петровец В. Р., Самсонов В. Л., Колос С. В. Об эффективности внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – №. 3. – С. 140-146.
9. Шварц А. А., Таныгин О. Ф., Ветров И. Ю. ВИДЫ И МЕХАНИЗАЦИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ //СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ. – 2021. – С. 168-171.
10. Юнин В. А. и др. Способ и техническое средство для локального внесения твердых органических удобрений при посадке картофеля //АгроЭкоИнженерия. – 2020. – №. 4 (105). – С. 62-79.
11. Andreev K., Terentyev V., Shemyakin A. Technological process of application of mineral fertilizers by self-loading machine //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2019. – Т. 403. – №. 1. – С. 012180.
12. Lichman G. I., Belykh S. A., Marchenko A. N. Methods of applying fertilizers in precision agriculture //Agricultural. – 2018.
13. Юнусов, Г.С. Конструкция почвообрабатывающих органов / Г.С Юнусов, М.А. Ямбулатов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материал международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16-17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. - ЙОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, 2022. - С.669-671

УДК 631.363.21

Иванов И.И., Юнусов Г.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЗЕРНА ИЗКБ-1

Аннотация. Представлены результаты экспериментальной оценки влияния модернизации рабочего органа измельчителя зерна ИЗКБ-1 на производительность процесса измельчения. Исследование выполнено при фиксированной частоте вращения ротора 2800 об/мин при измельчении ячменя с массовой долей влаги 14% и массе навески 2 кг. В качестве сравниваемых вариантов использованы оригинальный и модернизированный молотки. Для анализа применены показатели времени измельчения, производительности, удельного времени переработки единицы массы, нетто-мощности процесса и энергетически нормированной производительности. В исследуемых условиях для обоих вариантов получено одинаковое значение производительности — 0,0339 кг/с. При этом модернизированный молоток характеризуется большей нетто-мощностью процесса, что не позволяет говорить о его преимуществе по совокупной технологической эффективности.

Ключевые слова: измельчитель зерна, ИЗКБ-1, рабочий орган, молоток, модернизация, производительность, нетто-мощность.

Малогабаритные молотковые измельчители зерна широко применяются при подготовке кормового сырья в фермерских хозяйствах и учебно-лабораторной практике благодаря простоте конструкции, удобству эксплуатации и возможности переработки различных видов зерна. К числу таких машин относится измельчитель зерна ИЗКБ-1, предназначенный для получения дробленого продукта при сравнительно небольшой установленной мощности [1, 3, 4].

Известно, что основные показатели работы молотковых измельчителей определяются совокупным влиянием режимных и конструктивных факторов. Наряду с частотой вращения ротора и

условиями подачи материала существенную роль играют параметры рабочего органа, включая геометрию молотка, его массу, конфигурацию рабочей поверхности и характер ударного взаимодействия с измельчаемым сырьем [1, 2, 5]. Изменение конструкции молотка способно влиять на интенсивность разрушения частиц, длительность пребывания материала в рабочей камере и, как следствие, на производительность машины.

Вместе с тем в прикладных исследованиях значительное внимание уделяется выбору скоростных режимов и общим закономерностям работы молотковых дробилок, тогда как влияние модернизации рабочего органа на производительность при фиксированных условиях эксплуатации изучено в меньшей степени. В связи с этим целью настоящей работы является экспериментальная оценка влияния модернизации рабочего органа измельчителя зерна ИЗКБ-1 на производительность процесса измельчения.

Экспериментальные исследования проводили на измельчителе зерна ИЗКБ-1 (рис.1). В качестве измельчаемого материала использовали ячмень с массовой долей влаги 14%. Масса навески в каждом опыте составляла 2 кг. Во всех испытаниях частота вращения ротора была постоянной и составляла 2800 об/мин.

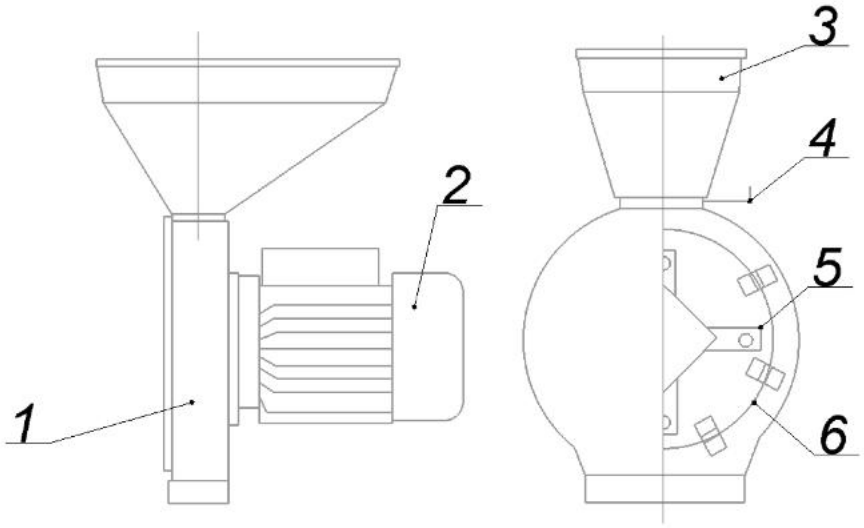


Рисунок 1 – Измельчитель зерна ИЗКБ-1
1 - станина/корпус; 2 - электродвигатель; 3 - загрузочный бункер; 4 - приёмно-дозирующая горловина с заслонкой; 5 - ротор с молотками; 6 - ситовой кожух.

Продолжительность процесса измельчения определяли по временному ряду изменения потребляемой мощности. Началом процесса считали момент поступления зерна в рабочую камеру, окончанием — момент снижения мощности до уровня холостого хода. По результатам эксперимента для обоих вариантов рабочего органа время измельчения составило 59 с. Дополнительно по данным измерений были определены средняя мощность холостого хода и средняя мощность рабочего режима, что позволило рассчитать нетто-мощность процесса измельчения. Полученные выводы относятся к рассматриваемым условиям опыта и сопоставлению двух исследованных вариантов рабочего органа (рис.2). Справа представлен оригинальный молоток, имеющий волнообразную форму, для увеличения площади рабочей поверхности. Слева представлен модернизированный молоток, форма изменена таким образом, чтобы сделать также увеличенную площадь рабочего органа, но не мешая работе.

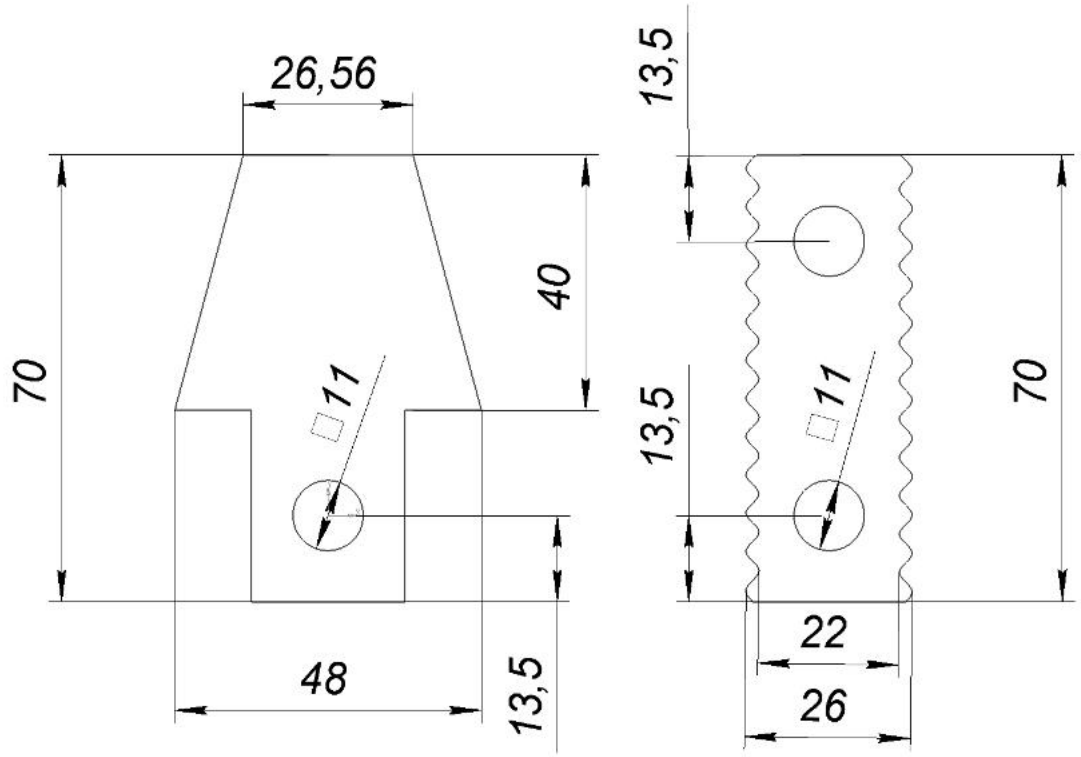


Рисунок 2 – Измененный рабочий орган (молоток)

Для количественной оценки влияния модернизации рабочего органа на производительность использовали следующие расчетные зависимости.

Производительность измельчителя по выражению

$$Q = \frac{m}{t_{\text{изм}}} \cdot 3600, \quad (1)$$

где Q — производительность, кг/ч; m — масса навески, кг; $t_{\text{изм}}$ — время измельчения, с.

Для сравнения исследуемых вариантов рабочего органа использовали коэффициент относительной производительности

$$K_Q = \frac{Q_{\text{мод}}}{Q_{\text{ориг}}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{мод}}$ — производительность при модернизированном молотке; $Q_{\text{ориг}}$ — производительность при оригинальном молотке.

С целью дополнительной характеристики длительности переработки единицы массы зерна находили удельное время измельчения

$$t_{\text{уд}} = \frac{t_{\text{изм}}}{m}, \quad (3)$$

где $t_{\text{уд}}$ — удельное время измельчения, с/кг.

Для оценки мощности, расходуемой непосредственно на измельчение материала, рассчитывали нетто-мощность процесса

$$P_{\text{изм}} = P - P_0, \quad (4)$$

где P — средняя мощность рабочего режима, Вт; P_0 — средняя мощность холостого хода, Вт.

Для сопоставления производительности и мощности, затрачиваемой непосредственно на процесс разрушения зерна, использовали показатель энергетически нормированной производительности

$$Q_N = \frac{Q}{P_{\text{изм}}}, \quad (5)$$

где Q_N — производительность, отнесённая к нетто-мощности, кг/(ч·Вт).

Результаты исследования

Исходные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Исходные данные эксперимента

Вариант рабочего органа	$t_{изм}$, с	P_0, Вт	P, Вт
Оригинальный молоток	59	777,97	1069,21
Модернизированный молоток	59	818,05	1183,44

Производительность оригинального молотка по формуле (1) составляет

$$Q_{ориг} = \frac{2}{59} \cdot 3600 = 122{,}03 \text{ кг/ч.}$$

Для модернизированного молотка

$$Q_{мод} = \frac{2}{59} \cdot 3600 = 122{,}03 \text{ кг/ч.}$$

Полученные значения показывают, что при заданных условиях эксперимента модернизация рабочего органа не сопровождалась изменением производительности. Оба варианта молотка обеспечили одинаковую переработку навески за единицу времени.

Коэффициент относительной производительности по формуле (2) равен

$$K_Q = \frac{122{,}03}{122{,}03} = 1{,}00.$$

Следовательно, в условиях проведенного опыта исследуемая модернизация рабочего органа не обеспечила прироста производительности по сравнению с исходным вариантом.

Удельное время измельчения по формуле (3) для оригинального молотка составляет

$$t_{уд,ориг} = \frac{59}{2} = 29{,}5 \text{ с/кг,}$$

для модернизированного молотка

$$t_{уд,мод} = \frac{59}{2} = 29{,}5 \text{ с/кг.}$$

Совпадение значений подтверждает отсутствие различий по длительности переработки единицы массы зерна в условиях проведенного опыта.

Вместе с тем для более полной оценки влияния модернизации необходимо учитывать не только выход продукции за единицу времени, но и уровень технологической нагрузки на привод. В связи с этим была рассчитана нетто-мощность процесса измельчения по формуле (4). Для оригинального молотка

$$P_{изм,ориг} = 1069{,}21 - 777{,}97 = 291{,}24$$

Для модернизированного молотка

$$P_{изм,мод} = 1183{,}44 - 818{,}05 = 365{,}39$$

Следовательно, при одинаковой производительности модернизированный рабочий орган требует большей мощности, расходуемой непосредственно на процесс измельчения.

Энергетически нормированная производительность по формуле (5) для оригинального молотка составляет

$$Q_{N,ориг} = \frac{122{,}03}{291{,}24} = 0{,}419$$

Для модернизированного молотка

$$Q_{N,мод} = \frac{122{,}03}{365{,}39} = 0{,}334$$

Итоговые результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Расчетные показатели производительности

Вариант рабочего органа	Q, кг/ч	K_Q, с	$t_{уд}$, с/кг	$P_{изм}$, Вт	Q_N, кг/(ч·Вт)
Оригинальный молоток	122,03	1,00	29,5	291,24	0,419
Модернизированный молоток	122,03	1,00	29,5	365,39	0,334

Анализ результатов показывает, что в исследуемом режиме модернизация рабочего органа не обеспечила прироста производительности измельчителя. Отсутствие различий по времени измельчения и производительности указывает на то, что изменение конструкции молотка не повлияло на пропускную способность машины в условиях выполненного опыта. Одновременно увеличение нетто-мощности для модернизированного варианта свидетельствует о росте энергетической нагрузки без сопоставимого технологического эффекта. Таким образом, в рассматриваемом случае конструктивные изменения рабочего органа не обеспечили повышения производительности и не улучшили энергетическую эффективность работы измельчителя.

На основании выполненных экспериментальных исследований показано, что модернизация рабочего органа измельчителя зерна ИЗКБ-1 при частоте вращения ротора 2800 об/мин не привела к

увеличению производительности процесса измельчения ячменя с массовой долей влаги 14% при массе навески 2 кг. Для оригинального и модернизированного молотков производительность составила 0,0339 кг/с, а удельное время измельчения — 29,5 с/кг. При этом модернизированный вариант характеризовался большей нетто-мощностью процесса измельчения, вследствие чего его энергетически нормированная производительность оказалась ниже. Это позволяет заключить, что в исследуемых условиях модернизация рабочего органа не обеспечила преимущества по показателю производительности и не повысила общую технологическую эффективность измельчителя зерна ИЗКБ-1.

Список литературы

1. Иванов, И.И. Исследование молотковой дробилки при осевой и радиальной подаче зерна / И.И. Иванов, В.А. Сухляев, А.И. Сухопаров // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6 (108). – Ч. 3. – С. 114–118.
2. Мезенов, А.А. Молотковые зернодробилки: классификация и методика оценки эффективности / А.А. Мезенов, Н.Н. Григорьев, Н.И. Кашеваров // Техника и технология пищевых производств. – 2025. – Т. 55, № 1. – С. 5–18.
3. Руководство по эксплуатации: зернодробилки малогабаритные бытового назначения «Циклон» модели ИЗКБ-1, ИЗКБ-2. – Челябинск: ООО «Уральский завод бытовых изделий», [б. г.]. – 28 с.
4. Соловых, С.Ю. Измельчители для пищевой, зерноперерабатывающей и химической промышленности: учебное пособие / С.Ю. Соловых, С.В. Антимонов, Е.В. Волошин. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 109 с.
5. Федоренко, И.Я. Влияние параметров ротора молотковой дробилки на энергетику процесса измельчения / И.Я. Федоренко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (163). – С. 178–183.

УДК 631.363.21

Иванов И.И., Юнусов Г.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ ЗЕРНА ИЗКБ-1 НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Аннотация. Представлены результаты экспериментального исследования производительности измельчителя зерна ИЗКБ-1 при изменении частоты вращения ротора в диапазоне 2600–2800 об/мин. Объектом исследования являлся серийный измельчитель в штатной конструктивной конфигурации; в качестве материала использовали ячмень влажностью 14 %. Производительность определяли по времени переработки контрольной навески массой 2 кг с последующим пересчётом в кг/ч. Дополнительно рассчитывали угловую и окружную скорости ротора, относительный прирост производительности и коэффициент эластичности. Установлено, что увеличение частоты вращения от 2600 до 2800 об/мин сопровождается сокращением времени измельчения с 65 до 59 с и повышением производительности с 110,77 до 122,03 кг/ч. Наибольший прирост производительности по отношению к базовому режиму составил 10,17 %.

Ключевые слова: измельчитель зерна, ИЗКБ-1, частота вращения ротора, производительность, угловая скорость, окружная скорость, ячмень.

Измельчение зернового сырья относится к числу наиболее распространённых технологических операций при подготовке кормов в условиях фермерских и личных подсобных хозяйств. Для малогабаритных молотковых измельчителей практическое значение имеют не только энергетические показатели, но и производительность, определяющая продолжительность выполнения технологической операции и пропускную способность установки. Аналогичные положения о значимости параметров ротора для молоткового измельчения отмечены в профильных исследованиях [4; 5].

Для измельчителя зерна ИЗКБ-1 одним из основных эксплуатационных параметров является частота вращения ротора. Изменение частоты вращения непосредственно влияет на угловую и окружную скорости рабочих органов, интенсивность ударного взаимодействия с материалом и продолжительность пребывания зерна в рабочей камере. По этой причине исследование влияния частоты вращения на производительность представляет как теоретический, так и прикладной интерес. Для рассматриваемой установки технические характеристики и область практического применения приведены в эксплуатационной документации [3].

В опубликованных работах по молотковым дробилкам показано, что кинематические параметры ротора существенно влияют на характер измельчения, энергоёмкость процесса и итоговую производительность оборудования. Вместе с тем для бытовых и малогабаритных измельчителей сведения о количественной связи между частотой вращения и производительностью

представлены ограниченно, что требует уточнения на конкретных конструкциях и в сопоставимых условиях испытаний. Подходы к оценке влияния кинематических параметров и схемы подачи материала на работу молотковых дробилок представлены в работах [1; 2; 5].

Объектом исследования являлся измельчитель зерна ИЗКБ-1 (рис.1) в штатной конструктивной конфигурации. В качестве измельчаемого материала использовали ячмень влажностью 14 %. Во всех опытах масса навески оставалась постоянной и составляла 2 кг. Исследования выполняли при трёх значениях частоты вращения ротора: 2600, 2700 и 2800 об/мин. Радиус рабочей зоны принимали равным 0,11 м.

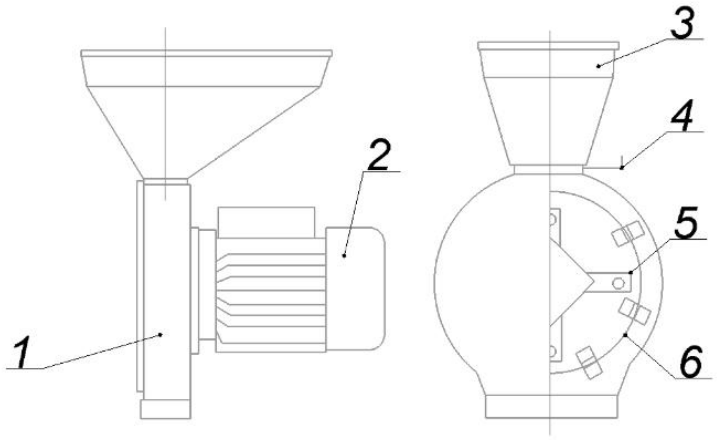


Рисунок 1 – Измельчитель зерна ИЗКБ-1
1 - станина/корпус; 2 - электродвигатель; 3 - загрузочный бункер; 4 - приёмно-дозирующая горловина с заслонкой; 5 - ротор с молотками; 6 - ситовой кожух.

Производительность оценивали по продолжительности переработки одинаковой навески. Время измельчения определяли по экспериментальному временному ряду мощности: началом отсчёта считали момент подачи зерна в рабочую камеру, окончанием — возврат мощности электропривода к уровню холостого хода после завершения измельчения. Частоту вращения рабочего органа настраивали с помощью частотного преобразователя AMV 2.2 кВт (рис. 2). Мощность потраченную на измельчения, для фиксации временного отрывка измельчения 2кг зерна, замеряли с помощью цифрового ваттметра (рис.2) Такой подход позволял одинаково выделять продолжительность технологического этапа для всех исследованных режимов и обеспечивал сопоставимость полученных результатов.

Рисунок 2 – Измерительный приборы: Частотный преобразователь AMV 2.2 кВт; Цифровой ваттметр

Для количественного анализа использовали следующие расчётные зависимости.
Производительность измельчителя определяли по выражению

$$Q = \frac{m}{t_{изм}} \cdot 3600, \quad (1)$$

где: Q — производительность, кг/ч; m — масса навески, кг; $t_{изм}$ — время измельчения, с.

Угловую скорость ротора рассчитывали по формуле

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}, \quad (2)$$

где: ω — угловая скорость, рад/с; n — частота вращения, об/мин.

О кружную скорость рабочей зоны находили по зависимости

$$v = \omega R, \quad (3)$$

где: v — окружная скорость, м/с; R — радиус рабочей зоны, м.

В расчётах принимали R = 0,11 м.

Для оценки изменения производительности относительно базового режима использовали выражение

$$\Delta Q = \frac{Q_i - Q_0}{Q_0} \cdot 100, \quad (4)$$

где: ΔQ — относительный прирост производительности, %; Q_i — производительность исследуемого режима; Q_0 — производительность базового режима.

Коэффициент эластичности производительности по частоте вращения находили по формуле

$$E_Q = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta n/n}, \quad (5)$$

где: E_Q — коэффициент чувствительности; $\Delta Q/Q$ — относительное изменение производительности; $\Delta n/n$ — относительное изменение частоты вращения.

В результате экспериментальных исследований установлено, что время измельчения навески массой 2 кг зависит от частоты вращения ротора следующим образом: при 2600 об/мин продолжительность процесса составила 65 с, при 2700 об/мин — 61 с, при 2800 об/мин — 59 с. Сокращение времени обработки при повышении частоты вращения свидетельствует об интенсификации процесса измельчения в пределах рассмотренного диапазона режимов.

По формуле (1) получены следующие значения производительности: при 2600 об/мин Q = 110,77 кг/ч; при 2700 об/мин Q = 118,03 кг/ч; при 2800 об/мин Q = 122,03 кг/ч. Результаты показывают последовательное увеличение производительности по мере роста частоты вращения ротора. При этом максимальное значение показателя зафиксировано для режима 2800 об/мин.

Угловая скорость ротора, рассчитанна по формуле (2) и составила 272,27; 282,74 и 293,21 рад/с соответственно для режимов 2600, 2700 и 2800 об/мин. Окружная скорость рабочей зоны, определённая по формуле (3), достигала 29,95; 31,10 и 32,25 м/с. Следовательно, повышение частоты вращения сопровождалось закономерным ростом кинематических параметров рабочего органа.

Таблица - Производительность и кинематические параметры ИЗКБ-1 при разных частотах вращения

Частота вращения, об/мин	Время измельчения, с	Производительность, кг/ч	Угловая скорость, рад/с	Окружная скорость, м/с
2600	65	110,77	272,27	29,95
2700	61	118,03	282,74	31,10
2800	59	122,03	293,21	32,25

Из таблицы следует, что рост частоты вращения сопровождается не только повышением производительности, но и увеличением угловой и окружной скоростей ротора. Установленная тенденция согласуется с общими представлениями о влиянии кинематического режима на интенсивность ударного воздействия в молотковых измельчителях.

Относительное изменение производительности по сравнению с базовым режимом 2600 об/мин, рассчитанное по формуле (4), составило 6,56 % при 2700 об/мин и 10,17 % при 2800 об/мин. Следовательно, в пределах исследованного диапазона повышение частоты вращения ротора обеспечило устойчивый положительный эффект по показателю производительности.

Коэффициент эластичности производительности по частоте вращения, определённый по формуле (5), составил 1,70 для перехода от 2600 к 2700 об/мин и 1,32 для перехода от 2600 к 2800 об/мин. Это указывает на то, что относительное изменение производительности превышало относительное изменение частоты вращения, однако чувствительность показателя несколько снижалась по мере удаления от базового режима.

Таким образом, увеличение частоты вращения ротора ИЗКБ-1 от 2600 до 2800 об/мин приводит к последовательному сокращению времени переработки навески и повышению производительности. Полученные результаты характеризуют исследованный диапазон режимов как область положительного влияния повышения частоты вращения на результативность работы измельчителя зерна.

Установлено, что при измельчении ячменя влажностью 14 % в измельчителе зерна ИЗКБ-1 увеличение частоты вращения ротора с 2600 до 2800 об/мин приводит к устойчивому росту производительности. Производительность измельчителя при исследованных режимах составила 110,77; 118,03 и 122,03 кг/ч соответственно для 2600, 2700 и 2800 об/мин. Относительный прирост производительности по сравнению с режимом 2600 об/мин составил 6,56 % при 2700 об/мин и 10,17 % при 2800 об/мин. Рост производительности связан с увеличением угловой и окружной скоростей ротора, что приводит к повышению кинематической интенсивности процесса измельчения. В исследованном диапазоне режимов повышение частоты вращения ротора следует рассматривать как эффективный способ увеличения производительности измельчителя зерна ИЗКБ-1.

Список литературы

1. Иванов, И.И. Исследование молотковой дробилки при осевой и радиальной подаче зерна / И.И. Иванов, В.А. Сухляев, А.И. Сухопаров // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6 (108). – Ч. 3. – С. 114–118.
2. Мезенов, А.А. Молотковые зернодробилки: классификация и методика оценки эффективности / А.А. Мезенов, Н.Н. Григорьев, Н.И. Кашеваров // Техника и технология пищевых производств. – 2025. – Т. 55, № 1. – С. 5–18.
3. Руководство по эксплуатации: зернодробилки малогабаритные бытового назначения «Циклон» модели ИЗКБ-1, ИЗКБ-2. – Челябинск: ООО «Уральский завод бытовых изделий», [б. г.]. – 28 с.
4. Соловых, С.Ю. Измельчители для пищевой, зерноперерабатывающей и химической промышленности: учебное пособие / С.Ю. Соловых, С.В. Антимонов, Е.В. Волошин. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 109 с.
5. Федоренко, И.Я. Влияние параметров ротора молотковой дробилки на энергетику процесса измельчения / И.Я. Федоренко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (163). – С. 178–183.

УДК 336

Лоскутов А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

РЕГИОНАЛЬНЫЕ НАЛОГИ: АНАЛИЗ РЕФОРМ 2026 ГОДА И ПРОГНОЗ ДЛЯ УФНС ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Статья анализирует значительные изменения в системе налогообложения с 2026 года и произведен прогноз будущих тенденций в деятельности региональных налоговых органов, основанные на анализе практики управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл. С 2026 года налог на игорный бизнес стал федеральным, а региональные налоги сократились до двух: на имущество и транспорт. По транспортному налогу введены льготы для сельскохозяйственной техники и освобождение от уплаты для некоторых граждан. С 2027 года налоговые органы перестанут принимать уведомления о налоге на имущество. Прогнозируется рост ставок региональных налогов и расширение полномочий налоговых органов. Внедряется цифровая трансформация: автоматизация данных из Росреестра и ГИБДД, создание Единой цифровой карты и Единого государственного реестра недвижимости, что повысит эффективность налогового администрирования.

Ключевые слова: налоговая система, налог на имущество организаций, региональные налоги, транспортный налог, налоговая ставка, прогнозирование, налог на игорный бизнес

Налоговая система Российской Федерации функционирует на трех уровнях: федеральном, региональном и местном. Региональные налоги включают в себя два вида обязательств: налог на имущество организаций и транспортный налог.

С 1 января 2026 года в Российской Федерации была проведена одна из наиболее значительных налоговых реформ в текущем столетии. В рамках данной реформы были внесены изменения в ряд ключевых налоговых механизмов, включая налог на добавленную стоимость (НДС), упрощенную систему налогообложения (УСН), страховые взносы, налог на доходы физических лиц (НДФЛ) и региональные налоги.

В структуре региональных налогов с 2026 года произошло значительное изменение: налог на игорный бизнес был переведен из категории региональных налогов в категорию федеральных

налогов. Налог будет автоматически применяться на всей территории Российской Федерации без необходимости принятия региональных законодательных актов. Глава 25.5 Налогового кодекса Российской Федерации будет введена в действие для регулирования данного вопроса, заменяя главу 29 Налогового кодекса. Установлены унифицированные налоговые ставки, которые будут действовать единообразно на всей территории страны.

Внесены изменения в порядок налогообложения и предоставления льгот по транспортному налогу. С 2026 года расширены категории лиц, имеющих право на льготы. В частности, Герои Российской Федерации и Советского Союза, кавалеры ордена Славы трех степеней, ветераны боевых действий и участники специальной военной операции, а также их близкие родственники освобождаются от уплаты транспортного налога в отношении одного транспортного средства, исходя из максимальной исчисленной суммы налога.

В отношении сельскохозяйственной техники также были введены новые льготные возможности для освобождения от налогообложения. Эти льготы распространяются на тракторы, комбайны и самоходные машины, используемые для транспортировки и внесения удобрений.

В отношении налога на имущество следует отметить, что в 2026 году значительных изменений в механизме его функционирования не предусмотрено.

Однако с 2027 года отменяется обязанность налогоплательщиков уведомлять налоговые органы о начисленных суммах имущественных налогов. С этого момента Федеральная налоговая служба будет осуществлять расчеты самостоятельно, используя данные, полученные из регистрирующих органов.

Проведя анализ трансформаций в налоговой системе, включая изменения в региональных налоговых ставках, начавшие действовать с 2026 года, возможно осуществить прогнозирование будущих тенденций и модификаций в функционировании механизма региональных налогов. В качестве примера рассмотрим деятельность региональных налоговых органов на примере Управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл. Общие тенденции изменений в механизме функционирования региональных налоговых органов включают:

3. В связи с ростом бюджетных расходов, в том числе включая расходы в Республике Марий Эл как пример, вероятно, будет произведен пересмотр и возможное увеличение налоговых ставок по региональным налогам, а также расширение полномочий региональных налоговых органов. Поскольку все поступления от региональных налогов направляются в бюджет региона, данные меры направлены на обеспечение финансовой устойчивости и выполнение обязательств региональных властей.

4. Процесс цифровой авторизации. Федеральная налоговая служба будет стремиться к обеспечению максимальной плавности и эффективности изменений в администрировании. Это предполагает значительное автоматизирование процесса подачи отчетности по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИО) и транспортным средствам (ТН), а также интеграцию данных из Росреестра и ГИБДД.

В 2026 году Федеральная налоговая служба Российской Федерации планирует реализовать концепцию «бесшовного администрирования» региональных налогов. Данная инициатива предусматривает переход от традиционной системы декларирования к автоматизированным методам управления налоговыми процессами. В рамках анализа данной тенденции следует рассмотреть её проявление в контексте функционирования системы региональных налогов. Основное внимание уделяется переходу от традиционного декларационного подхода к администрированию к более современным автоматизированным методам управления налоговыми обязательствами. Рассмотрим на примере республики Марий Эл:

5. Принципы бесшовного администрирования. Бесшовное администрирование представляет собой методологический подход, при котором Федеральная налоговая служба (ФНС) в оперативном порядке получает данные о налоговой базе от третьих организаций, включая Росреестр, ГИБДД и органы технического учета.

Полученные данные используются для автоматического расчета или верификации налоговой отчетности, предоставляемой налогоплательщиками;

6. Автоматизация посредством данных Росреестра (влияние на налоговое администрирование);

а. Внедрение Единой цифровой карты (ЕЦК) и Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). С 2026 года и в дальнейшем планируется внедрение системы проактивного информирования налогоплательщиков.

Федеральная налоговая служба, располагая данными от Росреестра о вводе объектов в эксплуатацию, изменении их кадастровой стоимости или регистрации перехода права собственности, будет иметь возможность автоматически рассчитывать сумму налога на имущество и направлять налогоплательщикам уведомления с предварительно заполненными данными;

б. Кадастровая оценка и создание виртуальных моделей объектов. Автоматизация интегрируется с процедурой регулярного проведения кадастровой оценки.

Оперативность внесения Росреестром данных о новой рыночной стоимости в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) способствует более быстрому доступу этой информации системой Федеральной налоговой службы (ФНС) для расчета налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ);

7. Автоматизация на основе данных ГИБДД (воздействие на транспортный налог).Размер транспортного налога устанавливается на основе данных, предоставляемых Государственной инспекцией безопасности дорожного движения в Федеральную налоговую службу;

а. Оперативное получение данных о регистрации транспортных средств. До 2026 года фиксировались регулярные задержки в процессе обмена информацией между Государственной инспекцией безопасности дорожного движения (ГИБДД) и Федеральной налоговой службой (ФНС). Это приводило к задержкам в начислении транспортного налога при приобретении нового транспортного средства или смене владельца.

С 2026 года планируется полная интеграция информационных систем регистрации транспортных средств, функционирующих в ГИБДД, с учетными записями налогоплательщиков, обслуживаемыми ФНС. В рамках данной интеграции будет реализована система проактивного начисления транспортного налога.

При регистрации нового транспортного средства в реестре ГИБДД автоматизированная система ФНС будет осуществлять расчет актуальной ставки транспортного налога, основываясь на региональном законодательстве. Данные о начислении налога будут отображаться в личном кабинете налогоплательщика в системе ФНС или направляться в виде официального уведомления. ;

б. Учёт качественных характеристик. Автоматизация транспортного налога (ТН) способствует более точному определению мощности двигателя, что является критически важным для корректного расчета налоговой базы.

Данные о мощности, хранящиеся в базе данных ГИБДД, выступают в качестве основного источника информации, что минимизирует вероятность возникновения ошибок, связанных с ручным вводом данных со стороны налогоплательщика;

8. Общие результаты для субъектов федерации и налогоплательщиков. Цифровизация и оптимизация администрирования налогообложения приводят к следующим результатам: Повышение фискальной стабильности: Субъекты Российской Федерации получают более точные и своевременные поступления в бюджет за счет устранения пробелов, связанных с задержкой отчетности или ошибками при определении налогооблагаемой базы.

Снижение нагрузки на Федеральную налоговую службу (ФНС): Уменьшается потребность в проведении камеральных проверок по налогам на имущество, поскольку данные автоматически сверяются при их поступлении из соответствующих государственных информационных систем (например, Росреестра или ГИБДД).

Оптимизация деятельности добросовестного бизнеса: Компании, осуществляющие корректный учет, испытывают снижение административной нагрузки. Им не требуется отслеживать сроки подачи деклараций по налогу на игорный бизнес, так как расчеты производятся автоматически. Однако это требует обеспечения высокой точности данных в органах государственной регистрации.

Таким образом, вышеуказанные тенденции, вероятно, будут интегрированы в функционирование региональных налоговых органов в будущем, включая Управление Федеральной налоговой службы (УФНС) Российской Федерации по Республике Марий Эл.

В настоящей научной статье проведен анализ значительных изменений в системе налогообложения, вступающих в силу с 2026 года, включая преобразования в механизме функционирования региональных налогов. Основное внимание уделено переводу налога на игорный бизнес с регионального уровня на федеральный, что привело к сокращению числа региональных налогов до двух: налога на имущество организаций и транспортного налога.

Кроме того, в статье представлены прогнозы относительно будущих тенденций в деятельности региональных налоговых органов, основанные на анализе практики управления Федеральной налоговой службы (УФНС) России по Республике Марий Эл.

научный руководитель - Смирнов А.А., д-р экон. наук, профессор

Список литературы

1. Балацкий Н. И. Влияние кадастровой оценки на налоговую нагрузку организаций: региональный аспект. // Экономический анализ: теория и практика. — 2024. — №. 13(1). — С. 78–92.

2. Бартенев С. В. Транспортный налог и вопросы «зеленой» экономики: региональные стимулы для развития электротранспорта // Налоги. — 2023. — №. 4. — С. 30–38.

3. Григорьев, Е. И. Совершенствование администрирования налога на имущество организаций в условиях единого налогового счета и проактивного контроля // Финансовое право и развитие. — 2023. — №. 4. — С. 110–125.

4. Журавлева, Н. А. Транспортный налог как инструмент региональной фискальной политики: оценка эффективности // Вестник МГУ. Серия 6. Экономика. — 2022. — №. 5. — С. 115–128.
5. Коровин, А. М. Влияние единого налогового счета (ЕНС) на администрирование региональных налогов: уроки первых лет // Налоговое администрирование. — 2024. — №. 2. — С. 10–22.
6. Маслова, Е. В. Налог на имущество организаций как инструмент стимулирования инвестиционной активности в субъектах РФ // Региональная экономика: теория и практика. — 2022. — №. 20(9). — С. 1450–1464.
7. Попова, О. В. Расширение полномочий регионов в сфере налогового регулирования: конституционные и экономические ограничения // Финансовое право. — 2022. — №. 11. — С. 55–64.
8. Романовский, М. В., Ефимов, А. В. Проблемы перехода на налог на имущество, исходя из кадастровой стоимости, для отдельных объектов // Налоговый вестник. — 2021. — №. 6. — С. 25–34.
9. Саркисов, А. Х. Анализ законодательных инициатив по отмене транспортного налога и замене его альтернативными сборами // Финансы и кредит. — 2024. — №. 30(2). — С. 450–465.
10. Фадейчева, А. В. Бюджетная роль имущественных налогов в условиях децентрализации и централизации налоговых поступлений // Ученые записки Российской академии предпринимательства. — 2023. — №. 16(2). — С. 88–101.

УДК 631.36

Черепинин С.А., Резун Я.И., Рустамов Ш.Б.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

Аннотация. Спроектирована технологическая линия для измельчения зерна, которая включает последовательные процессы подготовки сырья, собственно измельчения, разделения фракций и контроля получаемой продукции. Каждый этап имеет важное значение для производства качественных видов комбикормов.

Ключевые слова: проектирование, технологическая линия, измельчение, зерно, оборудование, комбикорма.

В настоящее время в аграрном секторе Российской Федерации фиксируется устойчивый рост объемов производства сельскохозяйственной продукции [1]. Реализация комплекса мер государственной поддержки фермерских хозяйств, а также внедрение целевых программ развития отраслей растениеводства и животноводства обусловливают положительную динамику развития отрасли [2; 4; 11].

В Республике Марий Эл (РМЭ) крупные сельскохозяйственные предприятия, агрохолдинги и крестьянско-фермерские хозяйства систематически наращивают поголовье крупного рогатого скота, свиней и птицы. Благодаря реализации мер региональной поддержки, осуществляемых органами исполнительной власти и профильным министерством, а также внедрению элементов автоматизации, роботизации и цифровизации производственных процессов, аграрный сектор РМЭ занимает второе место по объему производимой и реализуемой продукции в регионе [6; 9; 12; 16].

Продукция молочного, мясного и растениеводческого секторов играет существенную роль в обеспечении продовольственной безопасности не только РМЭ, но и Приволжского федерального округа (ПФО), а также смежных территорий.

Перспективы диверсификации сельскохозяйственного производства в РМЭ связаны с увеличением поголовья крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы, что требует формирования стабильной кормовой базы в каждом хозяйстве. В условиях ежегодного роста цен на средства производства, расходные материалы и оборотные активы особую актуальность приобретает оптимизация расходов на корма [3; 5; 8].

Одним из приоритетных направлений решения данной проблемы является создание собственных комбикормовых цехов на базе сельскохозяйственных предприятий. Это позволяет: снизить зависимость от рыночных цен на комбикорма; минимизировать себестоимость кормов за счет контроля производственных этапов, включая выращивание и переработку зерновых компонентов [18-20].

Ключевой операцией в технологии производства комбикормов выступает измельчение зерновых компонентов до регламентированных параметров. Данный процесс характеризуется высокой сложностью и зависит от ряда факторов: загрузки сырья в измельчающее устройство; перемещения продукта внутри рабочей камеры; типа измельчающего агрегата и конструкции его рабочих органов; параметров выгрузки продукта; физических свойств зерна (влажности, твёрдости, размеров и формы зерен и т.д.) [13-15].

Основными зерновыми компонентами комбикормов в РМЭ являются пшеница, рожь и ячмень. Их соотношение в составе кормовых смесей дифференцируется в зависимости от вида сельскохозяйственных животных или птицы, а также их половозрастных групп [17].

Измельчение зерна приводит к увеличению удельной площади поверхности кормовой массы, что способствует интенсификации биохимических реакций в желудочно-кишечном тракте животных, повышению усвояемости и перевариваемости корма, а также росту энергоэффективности кормовой базы [7; 10].

Цель работы – спроектировать технологическую линию для измельчения зерна.

Технологический процесс осуществления послеуборочной обработки зерна на ООО «Куженерское» представлен на рисунке 1. Для его выполнения задействованы по 2 экземпляра ОВС-25, ЗВС-20 и ПСС-2,5, а также по 1 единице СВУ-60, БТ-5, СЗМБ-8 и М819. Проведенный аудит производства, показал, что на ООО «Куженерское» можно получить зерновое сырье, которое будет использоваться после измельчения для приготовления соответствующего вида комбикормов. Для этого у предприятия имеются необходимое производственное оборудование, складские и вспомогательные площади, а также квалифицированные инженерные кадры, способные воплотить предложенную нами идею по усовершенствованию линии для измельчения зерна в ООО «Куженерское» в экономически и технически обоснованный проект.

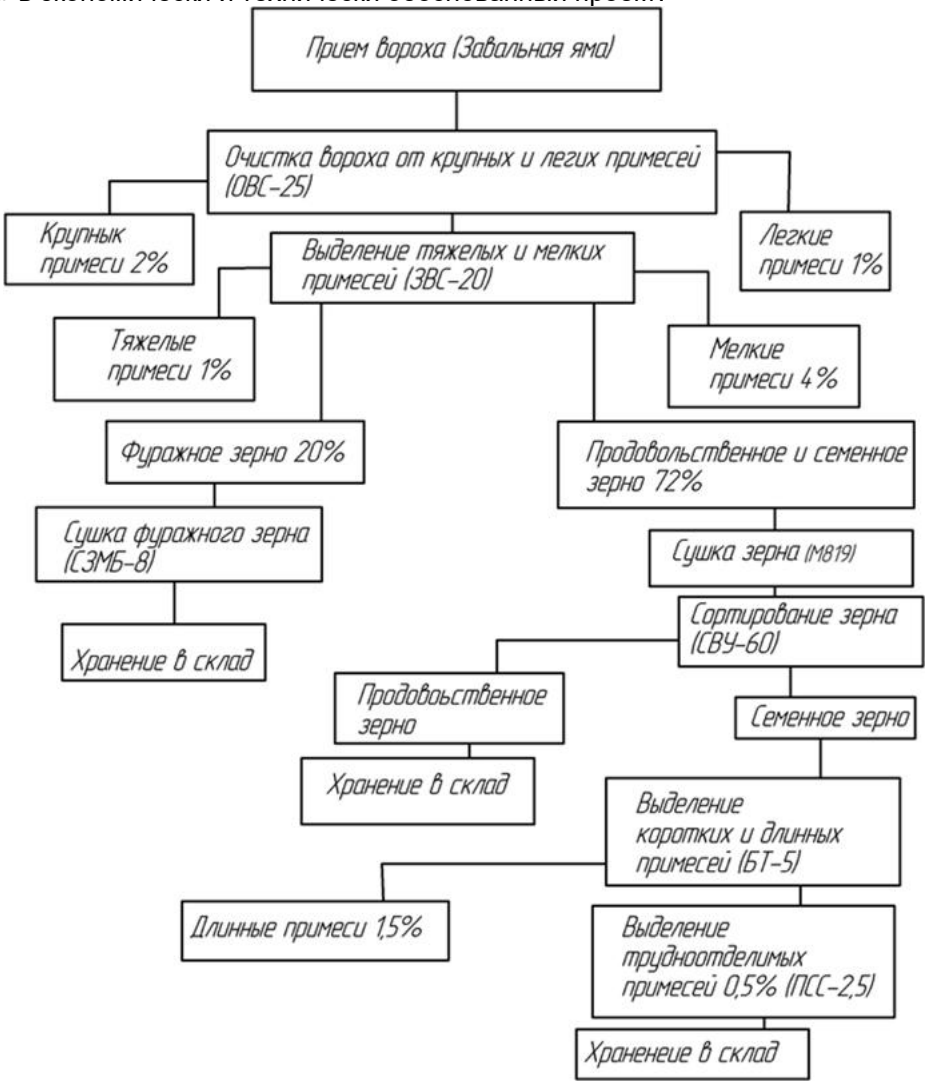


Рисунок 1 – Схема технологического процесса послеуборочной обработки зерна.

Более детальный анализ вопроса позволил предложить нам ООО «Куженерское» машину для измельчения зерна центробежно-ударного типа (рис. 2).

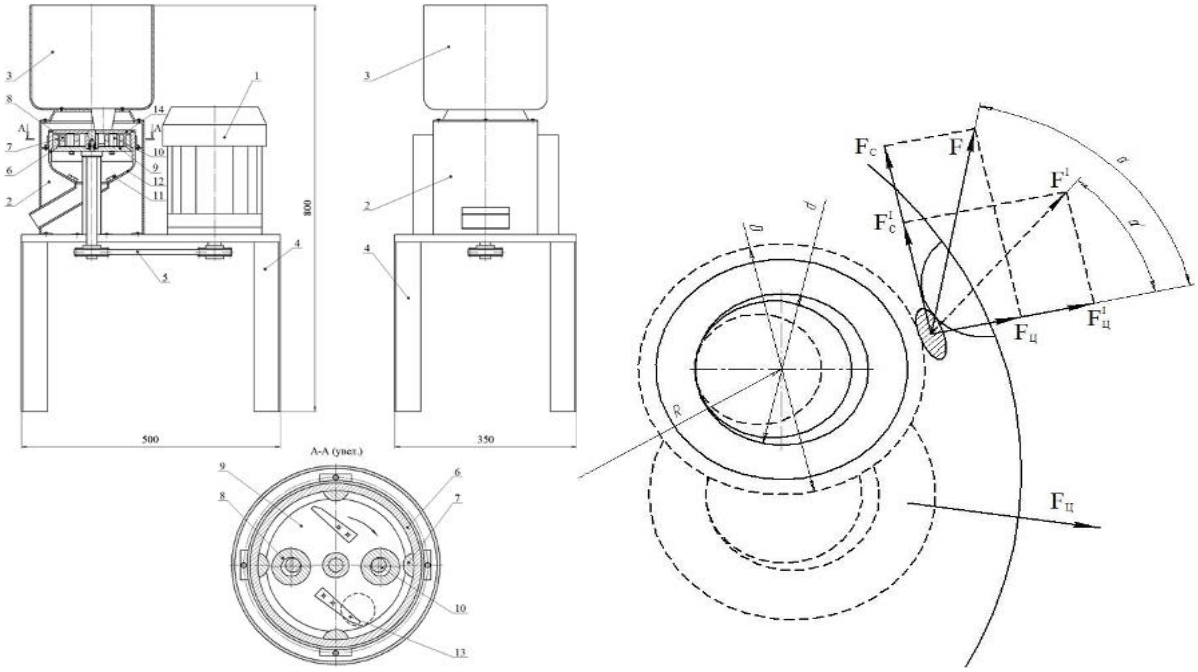


Рисунок 2 – Рабочая схема центробежно-ударного измельчителя.

Она включает загрузочный бункер 3, измельчающее устройство 2, привод измельчающего устройства 1, прикрепленный к опоре 4. Рабочий орган измельчителя – ротор 9, который имеет вид усеченного горизонтального конуса. На роторе располагаются симметрично шарнирные динамические билы 8 и диаметрально противоположно центробежные пластины 13. Статические билы 7 крепятся к корпусу 6. Эксцентричные штоки 10 позволяют выставить задаваемый зазор между статистическими и динамическими билами и статическими билами устанавливается с помощью.

Принцип работы машины следующий. Зерно для измельчения загружается в бункер 3. Затем, из-за вращения ротора и под действием центробежных сил оно направляется в рабочую зону, оказываясь между динамическими и статическими билами. Многократные удары бил приводят к разрушению зерновок, а центробежные силы, в свою очередь, собирают измельчаемую массу в один поток, не давая ей разлететься в разные стороны, что увеличивает эффективность измельчения. Чередующиеся удары динамичных и статических бил способствуют максимальному измельчению эндосперма и наружных оболочек зерна.

В конце концов измельченная зерновая масса под влиянием сил гравитации устремляется в заданный для определенного компонента комбикорма зазор. Он зависит он размера необходимых частиц фракции. Зазор устанавливают между ротором и корпусом, что позволяет беспрепятственно выводит измельченный продукт в соответствующую тару.

Разработанная машина для измельчения дополнительно оснащается набором входных сит для предупреждения попадания в рабочую камеру минеральных примесей, которые могут привести к быстрому износу рабочих органов.

В целом, простота конструктивных решений, небольшой объем энергопотребления и ее универсальность, которая заключается в возможности получения как сортовой муки пригодной для хлебопечения, так и более крупных фракций пригодных для производства комбикормов, позволяет предложенной нами машине конкурировать с уже имеющимися на рынке аналогами.

В таблице представлены значения центробежных сил F_1, F_2 и F_3 в зависимости от:

1) $D_1 = 30 \cdot 10^{-3}$ м; $D_2 = 40 \cdot 10^{-3}$ м; $D_3 = 50 \cdot 10^{-3}$ м.

2) $d_1 = d_2 = d_3 = h = 15 \cdot 10^{-3}$ м.

3) $R_1 = 55 \cdot 10^{-3}$м; $R_2 = 50 \cdot 10^{-3}$м; $R_3 = 45 \cdot 10^{-3}$м.

Результаты табличных данных свидетельствуют о том, что при частоте вращения ротора в 30 Гц на зерно оказывают давление центробежные силы, значение которых составляет 135 Н, 225 Н и 333 Н. Этого вполне достаточно для запуска процесса измельчения зерна.

Таблица – Влияние частоты вращения ротора на центробежную силу

f,(Гц)	15	20	25	30	35	40	45	50
F_1(Н)	34	60	104	135	184	240	304	375
F_2(Н)	56	100	156	225	306	400	506	600

F_3(Н)	83	148	231	333	453	592	750	925

Разрушение зерна обусловлено действием сдвиговых сил, интенсивность которых определяется минимальным зазором между подвижными и неподвижными элементами рабочей камеры. Фракционный состав конечного продукта зависит от величины указанного зазора. Более тонкий помол достигается путем реализации эффекта катящегося контакта ролика по цилиндрической поверхности. Центростремительное ускорение вызывает приложение давления ρ = Fц/S. Поскольку площадь соприкосновения поверхностей мала, давление может достигать значительных величин 108-109 Па.

Материалы для изготовления подвижных и стационарных элементов оборудования должны обеспечивать высокую твёрдость и оптимальную эластичность. Аналогичные требования предъявляются к материалам роликовых и штоковых компонентов. Материал оболочки не требует специфических характеристик, кроме областей взаимодействия с рабочими органами, где необходимы повышенные механические характеристики. Повышенные эксплуатационные качества в зоне контакта обеспечиваются применением узких полос из высокопрочной легированной стали. Несмотря на использование износостойких материалов, рабочие элементы неизбежно подвергаются износу, вследствие чего дополнительно применяется магнитная сепарация исходного сырья перед подачей материала на переработку и готового продукта – после помола.

Частота вращения ротора мельницы контролируется датчиками электромагнитной индукции, предназначенными для оценки возникающей центробежной силы, необходимой для эффективного разрушения зернового материала и последующего дополнительного воздействия роликом. Вал ротора оснащён диском из диэлектрика с встроенным постоянным магнитом, вокруг которого размещены два индуктивных датчика. Один датчик инициирует начало регистрации, второй фиксирует сигнал через половину оборота вала.

При временной задержке между импульсом начала измерения и контрольным равном 40 мс вычисленная частота вращения ротора составит 25 Гц, обеспечивающая развитие центробежной силы порядка 150 Н. Данное значение достаточно для механического деформирования зерновых оболочек и разрушения структуры зёрен пшеницы и ржи. Экспериментальная относительная ошибка измерений не превышает 5 %.

На рисунке 3 представлена спроектированная технологическая линия для измельчения зерна.

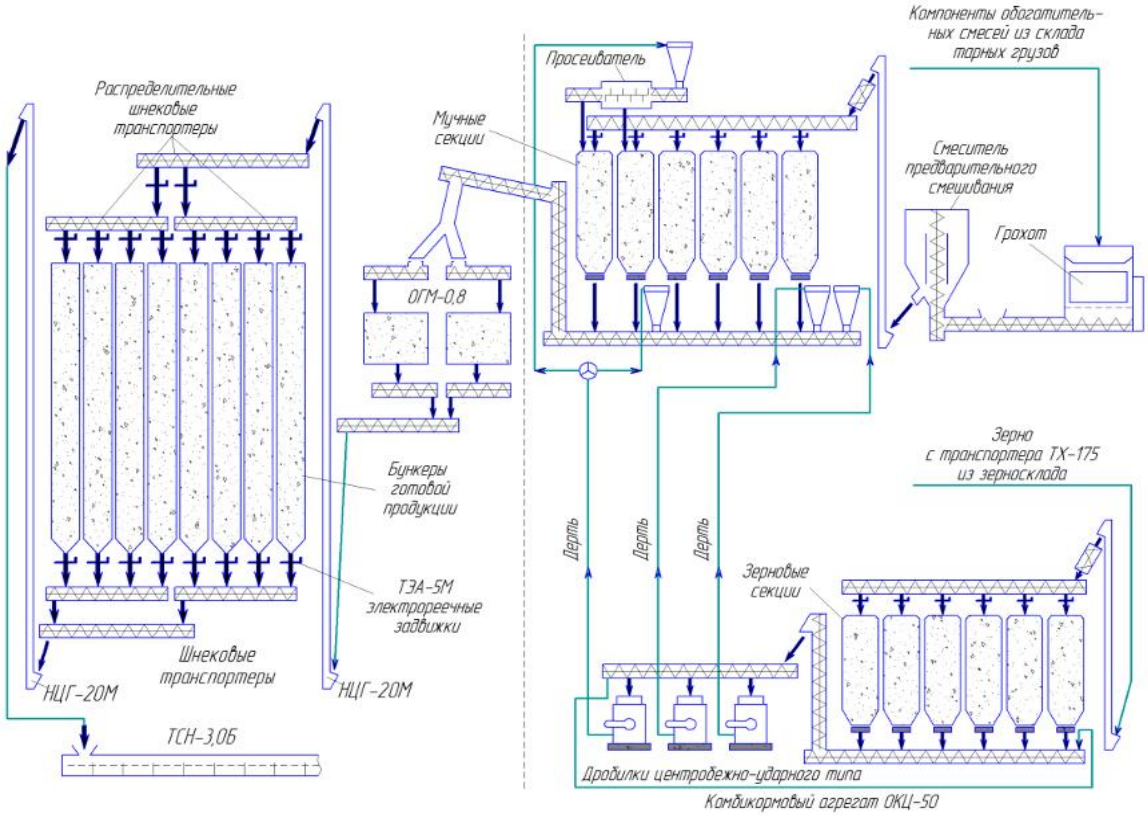


Рисунок 3 – Спроектированная технологическая линия для измельчения зерна.

Спроектированная линия для измельчения зерна потребует материальных затрат на сумму 531 тыс. руб. для установки трех центробежно-ударных измельчителей. Это позволит ежегодно

производить до 120 т собственных комбикормов. В денежном выражении, можно получить за год от внедрения данной линии чистый доход на сумму 478 тыс. руб.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Артизанов, А.В. Обеспеченность аграрного производства сельскохозяйственными машинами и агрегатами / А.В. Артизанов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 541-544.
2. Богданов, К.В. Роль роботизации в подготовке специалистов аграрной направленности / К.В. Богданов, О.В. Фаттахова, А И. Волков // Шаг в науку: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции с участием студентов, Грозный, 15 октября 2021 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 466-469.
3. Богданов, К.В. Сравнительные технические характеристики инновационных дробилок зерна / К.В. Богданов, А. В. Николаев // Молодой исследователь: от идеи к проекту: Материалы VIII студенческой научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 30 мая 2024 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. – С. 89-91.
4. Богданов, К.В. Эффективность технической модернизации сельхозпредприятий Республики Марий Эл / К.В. Богданов, К.С. Родионов, Л.Н. Прохорова // Современные проблемы аграрной экономики и пути их решения: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Чебоксары, 17 октября 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 32-35.
5. Волков, А.И. Основные направления совершенствования молотковых дробилок / А.И. Волков, К.В. Богданов, К.С. Родионов // Молодежь и инновации: Материалы XX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 18 марта 2024 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 253-254.
6. Волков, А.И. Технико-экономические показатели механизации и автоматизации базовых отраслей животноводства / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, В.С. Большакова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 527-530.
7. Волков, А.И. Технические методы подготовки зерна к вскармливанию / А.И. Волков, А.Э. Леухин, О.В. Фаттахова // Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 20 февраля 2020 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 238-241.
8. Волков, А.И. Технико-эксплуатационная характеристика современных дробилок / А.И. Волков, А.В. Николаев, К.В. Богданов // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 29 февраля 2024 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 258-262.
9. Данилов, К.С. Внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс Республики Марий Эл / К.С. Данилов, А.И. Волков, А.С. Степанов // Вавиловские чтения - 2023: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 23–25 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 210-215.
10. Данилов, К.С. Инновационное оборудование для выработки круп / К.С. Данилов, А.В. Николаев, А.И. Волков // Безопасность и качество товаров: Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Саратов, 20 июля 2023 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – С. 54-57.
11. Иванов, Д.А. Компьютерные программы для автоматизации трудоемких процессов в животноводстве / Д.А. Иванов, А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2022. – С. 597-599.
12. Иванов, Д.А. Современные технологии ремонта и технического обслуживания сельхозтехники / Д.А. Иванов, А.С. Степанов, А.И. Волков // Молодежь и инновации: Материалы XX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 18 марта 2024 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 272-273.
13. Мамаева, И.В. Технические характеристики современных молотковых дробилок / И.В. Мамаева, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг.). В 2-х частях, Чебоксары, 16 ноября 2020 года. Том Часть 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 274-279.
14. Прохорова, Л.Н. Технико-эксплуатационный анализ отечественных зернодробилок / Л.Н. Прохорова, Е.В. Сидоркин, К.С. Данилов // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 07 февраля 2025 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 369-370.
15. Прохорова, Л.Н. Технологические параметры современного плющильного станка / Л.Н. Прохорова, Д.А. Иванов, О.О. Сидоров // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции,

Чебоксары, 15 ноября 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 255-258.
16. Прохорова, Л.Н. Повышение экономической эффективности агробизнеса в Республике Марий эл путем внедрения электронных технологий / Л.Н. Прохорова, К.В. Богданов, К.С. Родионов // Современные проблемы аграрной экономики и пути их решения: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Чебоксары, 17 октября 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 216-218.
17. Сидоров, О.О. Современный крупоцех для производства гороха и круп / О.О. Сидоров, К.С. Данилов, А.И. Волков // Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 31 мая 2023 года / Чувашский государственный аграрный университет. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 464-468.
18. Шабалин, Р.А. Анализ современных отечественных смесителей кормораздатчиков / Р.А. Шабалин, М.С. Николаев, А.И. Волков // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: Материалы iii международной научно-практической конференции, Чебоксары, 26 февраля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 136-140.
19. Юнусов, Г.С. Техническое обслуживание, ремонт, восстановление деталей машин и технологического оборудования по производству и переработки продукции растениеводства: практикум по курсовому проектированию / Г.С. Юнусов, Д.В. Лукина, А.И. Волков. – Йошкар-Ола: ООО «Принтекс», 2019. – 100 с.
20. Януков, Н.В. Модернизация матричного гранулятора для прессования растительного сырья / Н.В. Януков, А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Аграрная Россия. – 2020. – № 2. – С. 24-26.

УДК 637.02

Резун Я.И., Рустамов Ш.Б., Черепинин С.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Смоделировано устройство для получения сухих молочных продуктов индукционным методом, которое состоит из панели управления, микроконтроллера, блока обратной связи, драйвера, регулятора напряжения, блока питания, вентилятора охлаждения индуктора, силового модуля, рабочего барабана, индуктора, питающего отсека, ножа съема, электродвигателя и редуктора.

Ключевые слова: моделирование, устройство, молоко, индукция, сушка, молочный продукт.

Продление срока годности пищевых продуктов достигается посредством применения метода высушивания. Данный метод позволяет существенно увеличить продолжительность хранения готовой продукции, а также приводит к снижению массы и объема частиц, в том числе и в случае обработки молочных продуктов [1-6].

Консервирование продуктов представляет собой критически важный этап в технологии пищевого производства, обеспечивающий стабильность качественных показателей и микробиологическую безопасность продукции в течение заданного периода хранения. Среди существующих методов консервации молока наиболее эффективным считается сушка, в результате которой получают сухие порошкообразные продукты [7-9].

К основным методам сушки относятся распылительная, контактная, сублимационная и путем выпаривания. Распылительная сушка основана на получении сухого молока путем распыления исходного продукта в горячей сушильной камере. В ходе процесса мелкодисперсные капли молочного сырья контактируют с потоком нагретого воздуха, что обеспечивает быстрое испарение влаги и формирование сухого порошка с заданными физико-химическими характеристиками.

При контактной сушке происходит передача тепловой энергии непосредственно высушиваемому продукту через нагретую поверхность. Теплопроводность материала и температурный градиент между источником тепла и продуктом определяют скорость испарения влаги. Данный метод характеризуется относительно высокой интенсивностью теплообмена, но может приводить к локальному перегреву и ухудшению органолептических свойств продукта.

Выпаривание или концентрирование в вакуумных испарителях предполагает удаление части влаги из продукта в условиях пониженного давления. Снижение температуры кипения жидкости в вакууме позволяет минимизировать термическое воздействие на термолабильные компоненты молока (витамины, белки, ферменты), сохраняя их биологическую ценность.

Сублимационная сушка (лиофилизация) основана на процессе сублимации – переходе воды из твердого состояния (льда) непосредственно в парообразное, минуя жидкую фазу. Сублимационная

сушка проводится в условиях глубокого вакуума при температурах ниже криоскопической точки продукта. Этот способ обеспечивает максимальное сохранение структуры, вкуса, цвета и питательной ценности исходного сырья, однако требует значительных энергозатрат и сложного оборудования.

Каждый из перечисленных методов имеет свои технологические особенности, экономическую целесообразность и область применения в зависимости от требуемых характеристик конечного продукта, исходного сырья и условий производства [10-15].

Цель работы – смоделировать устройство для получения сухих молочных продуктов индукционным способом.

Индукционная сушка – современный метод обезвоживания пищевых продуктов, основанный на использовании индукционного нагрева. В случае обработки молока этот метод позволяет получить сухой порошок с сохранением основных питательных и органолептических свойств исходного сырья. Основа процесса – индукционный нагрев барабана сушилки за счет вихревых токов (токов Фуко), возникающих под действием переменного магнитного поля. Физическая основа – закон электромагнитной индукции Фарадея.

Для разработки прототипа индукционной установки барабанного типа мы составили схему необходимых элементов (рис. 1). В процессе температурного нагрева барабан подвергается различным нагрузкам на стенки, поэтому при разработке устройства необходимо рассчитать температуру, скорость вращения барабана. При более быстром вращении барабан будет лучше перемешиваться содержимое, обеспечивая более равномерный нагрев. Однако, это может привести к увеличению потерь тепла через стенки барабана. В результате температура внутри него может стать слишком высокой, что может привести к повреждению продукта или снижению его качества. Расчетные данные показали, что при изменении скорости вращения изменяются и другие показатели процесса, такие как время обработки, расход энергии и т. д. Эти изменения также необходимо учитывать при выборе оптимальной скорости вращения для конкретного процесса. Если барабан вращается медленно, молоко долго контактирует с индуктором, что приводит к возникновению значительного температурного градиента вдоль его периферии, поэтому необходимо учитывать теплообмен. Зная, что скорость вращения влияет на температуру, с помощью математической модели можно просчитать все характеристики тепловых процессов нагрева барабана.

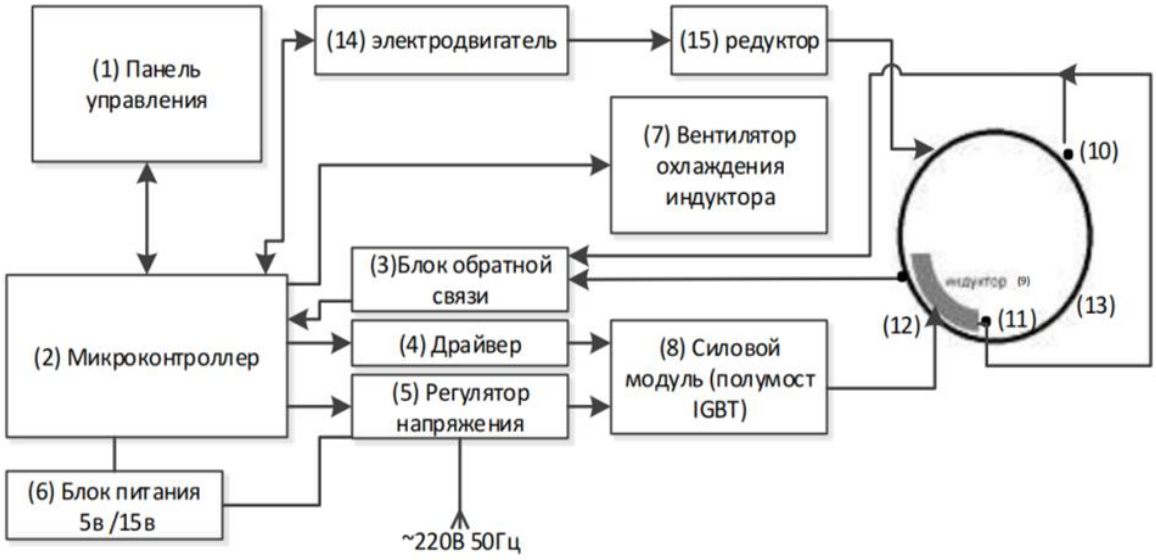


Рисунок 1 – Схема основных элементов индукционной сушилки барабанного типа.

Текущий вид 3D модели представлен на рисунке 2. Устройство подходит для работы с различными молочными продуктами. Процесс получения порошкообразного концентрата не требует дополнительной подготовки сырья или специальных распылительных форсунок.

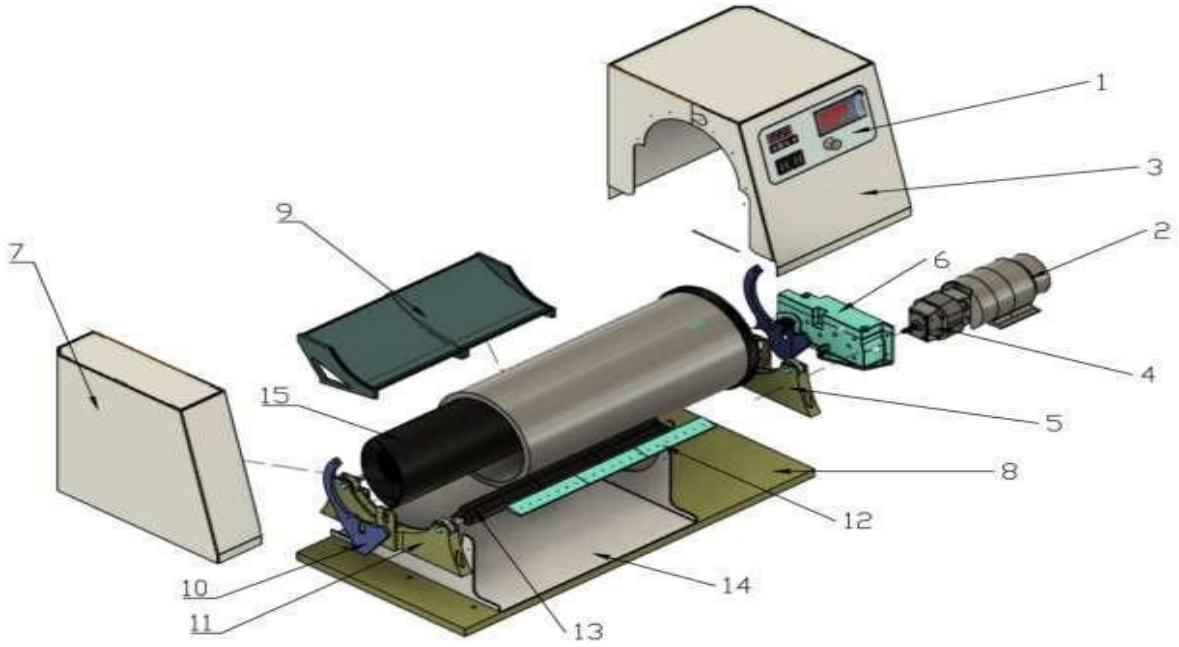


Рисунок 2 – 3D схема разнесенной установки.

1 – панель управления, 2 – защита двигателя, 3 – корпус (правая часть), 4 – двигатель, 5 – стойка барабана (правая с подшипниками), 6 – редуктор в сборе, 7 – корпус (левая часть), 8 – столешница, 9 – ванночка для молока, 10 – держатель ложа индуктора (левый), 11 – стойка барабана (левая с подшипниками), 12 – прижимная планка, 13 – упор ножа съема, 14 – подложка корпуса, 15 – ложе индуктора с индуктором, 16 – нож съема.

Принцип работы моделируемого устройства следующий. Индуктор создает вихревые токи в барабане, которые нагревают его часть в месте контакта с продуктом за счет эффекта Джоуля. Когда молоко соприкасается с этой частью барабана, образуется равномерный слой продукта, который высыхает благодаря интенсивному испарению. Нож удаляет высушенный продукт с цилиндрической поверхности барабана.

Моделируемое устройство обладает рядом дополнительных функций и возможностей, таких как автоматическое управление, контроль температуры и влажности, а также система безопасности. Благодаря данным преимуществам, будущие прототипы могут стать основой для создания новых моделей сушилок, которые будут еще более эффективными и экономичными.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Беззубцева, М.М. Способы интенсификации процесса сушки молочной продукции на предприятиях АПК / М.М. Беззубцева, В.С. Волков // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 12 марта 2020 года / Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. – С. 297-301.
2. Волков, А.И. Инновационный опыт получения биойогурта из козьего молока / А.И. Волков // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2-1(11). – С. 45-47.
3. Волков, А.И. Перспективная технология производства биойогурта / А.И. Волков // Научные исследования – сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 275-280.
4. Волков, А.И. Сравнительная техническая характеристика современных резервуаров-охладителей молока / А.И. Волков, К.С. Данилов, Е.В. Сидоркин // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 07 февраля 2025 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 9-11.
5. Волков, А.И. Технико-технологический анализ переработки молока сырого коровьего / А.И. Волков // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 285-288.
6. Волков, А.И. Технология производства пломбира на основе животных жиров / А.И. Волков // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 281-284.
7. Денисов, А.И. Электрофизические способы первичной обработки молока - инновации в молочной промышленности / А.И. Денисов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации: Материалы Международной научно-практической

конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 69-76.
8. Кузнецов, П.В. Влияние условий сушки на некоторые функциональные свойства сухих молочных продуктов / П.В. Кузнецов, В.Т. Габриелова // Пищевая промышленность. – 2022. – № 3. – С. 28-31.
9. Ларионов, В.Ю. Информационно-управляющая система производства сухого молока с использованием интеллектуальных технологий / В.Ю. Ларионов // Актуальные проблемы и перспективы развития мировой науки и техники: состояние, проблемы и пути решения. Серия: естественные и технические исследования: Материалы XV Международная научно-практической конференции, Ставрополь, 30 ноября 2023 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2023. – С. 48-50.
10. Махамбетов, Э.М. Способы сушки пищевых продуктов / Э.М. Махамбетов, Р.А. Ворошилин // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: материалы V всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Благовещенск, 22 февраля 2022 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 116-121.
11. Петухова, Е.М. Передовой опыт производства биойогурта из козьего молока / Е.М. Петухова, Е.В. Серебрякова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 177-180.
12. Пояркова, Л.О. Успешная практика переработки сырого коровьего молока в условиях хозяйствующего субъекта / Л.О. Пояркова, А.В. Рассолова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 182-184.
13. Серебрякова, Е.В. Ресурсосберегающая технология производства мороженого / Е.В. Серебрякова, А.В. Рассолова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 180-182.
14. Сидоркин, Е.В. Инновационное оборудование для первичной обработки молока / Е.В. Сидоркин, К.С. Данилов, Д.А. Иванов // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов, Чебоксары, 20–21 февраля 2025 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 1002-1003.
15. Сидоркин, Е.В. Современные тенденции совершенствования оборудования для молочной отрасли / Е.В. Сидоркин, Д.А. Иванов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2025. – С. 917-920.

УДК 637.13

Черепинин С.А., Рустамов Ш.Б., Резун Я.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИТЬЕВОГО МОЛОКА

Аннотация. Выполнена модернизация пастеризационно-охладительной установки, в ходе которой произведена замена устаревших приборов и обновлена система управления на базе контроллера Siemens S7-1200 с визуализацией в TIA Portal. Рассчитаны затраты на модернизацию, а также определен срок окупаемости оборудования, который составил 1 год и 6 месяцев.

Ключевые слова: модернизация, технологическая линия, производство, питьевое молоко, пастеризация, срок окупаемости.

Молоко и молочные продукты ассоциируются с здоровым образом жизни, питательностью и легко интегрируются в рацион. Они являются источником кальция, белка, витаминов и других полезных веществ [1-5]. Несмотря на рост популярности растительных аналогов, молоко сохраняет значимость в питании, особенно в регионах, где его потребление традиционно высоко. В 2024 г. потребление молока на душу населения в России достигло 250 кг – это наивысший показатель почти за 30 лет и в 2 раза dsit мирового потребления.

Питьевое молоко – базовый продукт в структуре молочной отрасли. Его производство обеспечивает самообеспеченность страны по этому виду продукции. В 2025 г. Россия достигла рекордного объема производства сырого молока – 34,2 млн тонн. К 2030 г. поставлена цель увеличить объёмы до 38,5 млн тонн, что позволит достичь самообеспеченности по молоку и молокопродуктам на уровне 90 %, соответствующего пороговому значению Доктрины продовольственной безопасности.

Производство питьевого молока остается актуальным по ряду причин, связанных с экономическими, социальными, технологическими и рыночными факторами [6-10]. Этот сегмент молочной отрасли сохраняет стратегическое значение для продовольственной безопасности, здоровья населения и развития экономики [11-16].

Цель работы – изучить возможность модернизации технологической линии по производству питьевого молока на базе ЗАО «Племзавод «Семеновский».

ЗАО ПЗ «Семеновский» является одним из ведущих молочных хозяйств Республики Марий Эл. Численность дойного стада составляет порядка 4300 голов, что эквивалентно 23 % от общего поголовья крупного рогатого скота в регионе. Ежедневный объем реализации молока превышает 100 т, при этом вся продукция соответствует требованиям высшего сорта.

Технологическая линия производства питьевого пастеризованного молока включает в себя следующие основные узлы и агрегаты: теплообменники, сепараторы, гомогенизаторы, пастеризационные установки, охладители, а также резервуары для временного хранения (рис. 1). Начальные стадии технологического процесса производства пастеризованного молока требуют использования специализированного оборудования, предназначенного для приема, охлаждения, хранения и последующей переработки сырья. Принятое молоко поступает в герметичные резервуары, откуда при помощи насосного оборудования транспортируется на последующие стадии обработки.

Ключевым показателем при приемке молока на переработку является его качество. Сразу после поступления в перерабатывающее отделение, молоко перекачивается из автоцистерн с помощью центробежных насосов. Для точного учета объема и массы сырья используются высокоточные расходомеры-счетчики, обеспечивающие достоверную информацию о количестве принятого продукта. На следующем этапе молоко проходит первичную обработку, включающую фильтрацию для удаления механических примесей и охлаждение до 4-6 °С с использованием пластинчатых теплообменников. Далее молоко перекачивается по трубопроводной системе мощными центробежными насосами в уравнительный бак, откуда распределяется в накопительные емкости. В случае, если температура продукта не превышает 100 °С, он может быть сразу направлен в дальнейшее производство без дополнительного охлаждения. В противном случае, охлаждение производится и поддерживается на специальных транспортных линиях, сохраняющих температурный режим.

Нормализация молока может осуществляться двумя основными способами: в поточном режиме либо методом перемешивания. Перед началом основного технологического процесса молоко предварительно нагревают до 40-45 °С в секции тарельчатого теплообменника, где происходит первая фаза пастеризации. С целью обеспечения стабильного состава, обезжиренное молоко или сливки вводятся в состав с учетом заданных пропорций, обеспечивая материальный баланс. При производстве белкового молока дополнительно используется сухое молоко, которое предварительно растворяется в специальной емкости.

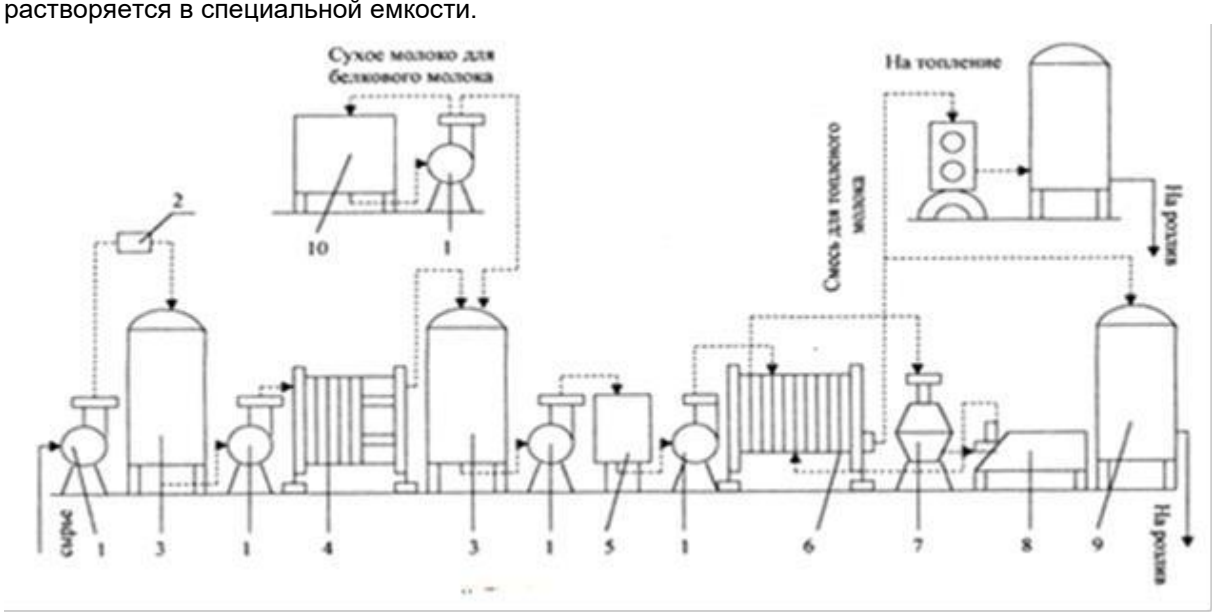


Рисунок 1 – Машино-аппаратурная схема линии производства пастеризованного молока: 1 – центробежный насос, 2 – расходомер-счетчик для молока, 3 – емкость хранения, 4 – тарельчатый охладитель, 5 – уравнительный бак, 6 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка, 7 – сепаратор, 8 – гомогенизатор, 9 – трубчатая пастеризационно-охладительная установка, 10 – резервуар для смешивания.

Производство топленого молока осуществляется с применением трубчатых или пластинчатых пастеризаторов. Молоко нагревается до температуры 95-99 °С и выдерживается в герметичных резервуарах в течение 3-4 часов, после чего охлаждается в пастеризаторах-охладителях до температуры хранения – 4-6 °С.

Перед этапом фасовки молоко направляется в промежуточную емкость, где проходит контроль качества на соответствие нормативным требованиям. Упаковка готового продукта

осуществляется в различную тару: стеклянные бутылки, картонные и полимерные пакеты, бидоны, фляги и контейнеры различного объема.

Модернизация технологической линии заключается в усовершенствовании пастеризационно-охлаждающей установки. Она служит для высокоэффективной термической обработки молока. Устройство обеспечивает быстрый нагрев тонким слоем в замкнутом контуре, кратковременное выдерживание при заданной температуре, а затем – последующее охлаждение, что позволяет сохранить вкусовые и питательные свойства продукта, а также обеспечить его микробиологическую безопасность.

До модернизации система управления представляла собой устаревшую схему на основе электромеханических реле и аналоговых приборов. Это ограничивало возможности автоматизации, требовало постоянного участия оператора и не обеспечивало точной настройки режимов. Система не имела функции визуализации и не обеспечивала сбор статистических данных, что затрудняло анализ и принятие решений.

После модернизации установка получила современную цифровую платформу управления, что значительно повысило надежность, точность и эффективность всего производственного процесса (рис. 2).

Система автоматического управления пастеризационно-охладительной установкой реализована на базе программируемого логического контроллера Siemens S7-1200. Разработка и программирование выполнялись в интегрированной среде Siemens SIMATIC TIA Portal STEP 7 Professional V13. Данная система обеспечивает как автоматическое, так и ручное управление основными узлами установки, а также предоставляет оператору визуализацию текущих процессов.

Основные функции системы управления включают:

- контроль и поддержание температурных режимов пастеризации и охлаждения;
- управление насосами, клапанами и теплообменниками;
- обеспечение безопасности (аварийная остановка, контроль давления и температуры);
- ведение архивов данных, формирование графиков и протоколов работы оборудования;
- отображение состояния установки в реальном времени на сенсорной панели оператора;
- возможность дистанционного мониторинга и диагностики.

Новая автоматизированная система управления обеспечивает выполнение следующих функций. Поддержание заданных температурных и временных параметров на всех этапах технологического процесса. Контроль уровня продукта в системе. Возможность оперативного изменения режимов пастеризации. Автоматизированная система мойки трубопроводов и арматуры установки. Автоматическое переключение между средами (вода/молоко). Выдача диагностических и аварийных уведомлений о текущем состоянии оборудования. Управление исполнительными механизмами, задействованными в процессе. Описание модернизированной установки.

Рисунок 2 – Новая система управления процессом производства молока.

В состав усовершенствованной установки входят: трубчатый модуль пастеризации, компактный выдерживатель, трехсекционный теплообменник, пневмоуправляемые клапаны, насосное оборудование.

Управление осуществляется через интерактивную сенсорную панель, отображающую графическую схему установки с условными обозначениями оборудования и потоков. Это позволяет

оператору в реальном времени отслеживать и корректировать работу системы. При возникновении ошибки интерфейс автоматически переключается в режим диагностики, облегчая устранение неисправностей.

Рисунок 3 – Внешний вид пластинчатой пастеризационной-охладительной установки.

Были рассчитаны затраты на модернизацию, а также определен срок окупаемости оборудования, который составил 1 год и 6 месяцев. Это подтверждает экономическую эффективность внедренных изменений и перспективность дальнейшего использования модернизированной установки.

Научный руководитель – Волков А.И., канд. с.-х. наук, доц.

Список литературы

1. Барабанщиков, И.В. Современные технологии замораживания и хранения молочных продуктов / И.В. Буянова, О.Н. Буянов // Переработка молока. – 2018. – Т. 126, № 4. – С. 36-38.
2. Волков, А.И. Перспективная технология производства биойогурта / А.И. Волков // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 275-280.
3. Волков, А.И. Прогнозируемый уровень механизации в животноводстве / А.И. Волков, Д.В. Лукина, А.Г. Селюнина // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, Чебоксары, 25–26 декабря 2018 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 233-237.
4. Волков, А.И. Система технического обслуживания машин и оборудования в животноводстве / А.И. Волков, А.В. Майоров, В.С. Большакова // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, Чебоксары, 25–26 декабря 2018 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 238-241.
5. Волков, А.И. Современное состояние российского животноводства / А.И. Волков, В.С. Большакова, М.В. Сивандаев // Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической наук: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 22 ноября 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 202-205.
6. Волков, А.И. Технико-технологический анализ переработки молока сырого коровьего / А.И. Волков // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 285-288.
7. Волков, А.И. Технико-экономические показатели механизации и автоматизации базовых отраслей животноводства / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, В.С. Большакова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 527-530.
8. Волков, А.И. Технология производства пломбира на основе животных жиров / А.И. Волков // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2018 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2018. – С. 281-284.

9. Волков, А.И. Цифровые технологии в профессиональной деятельности агроинженера / А.И. Волков, О.В. Фаттахова, К.В. Богданов // Шаг в науку: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции с участием студентов, Грозный, 15 октября 2021 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 475-478.
10. Денисов, А.И. Электрофизические способы первичной обработки молока - инновации в молочной промышленности / А.И. Денисов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 69-76.
11. Петухова, Е.М. Передовой опыт производства биойогурта из козьего молока / Е.М. Петухова, Е.В. Серебрякова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 177-180.
12. Пояркова, Л.О. Успешная практика переработки сырого коровьего молока в условиях хозяйствующего субъекта / Л.О. Пояркова, А.В. Рассолова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 182-184.
13. Серебрякова, Е.В. Ресурсосберегающая технология производства мороженого / Е.В. Серебрякова, А.В. Рассолова, А.И. Волков // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – № 2-2. – С. 180-182.
14. Сидоркин, Е.В. Инновационное оборудование для первичной обработки молока / Е.В. Сидоркин, К.С. Данилов, Д.А. Иванов // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов, Чебоксары, 20–21 февраля 2025 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2025. – С. 1002-1003.
15. Сидоркин, Е.В. Современные тенденции совершенствования оборудования для молочной отрасли / Е.В. Сидоркин, Д.А. Иванов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2025. – С. 917-920.
16. Смирнов, А.Н. Инновации в агропромышленном комплексе РМЭ: проблемы и пути решения / А.Н. Смирнов, А.И. Волков, Х.Б. Ахмадуллин // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 28 февраля 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 449-454.

УДК 637.3.057

Саляхов Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПО ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ ШЕРСТИ

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам внедрения роботизированных систем в овцеводство, в частности - автоматизированным комплексам для стрижки овец и первичной обработки шерсти. Основной целью роботизации данных процессов является не только повышение производительности и снижение трудозатрат, но и минимизация стресса животных, улучшение качества руна, а также решение проблемы дефицита квалифицированных стригалей.

Ключевые слова: Овцеводство, роботизированная стрижка, первичная обработка шерсти, стригальный робот, очистка руна, благополучие животных, качество шерсти, производительность, мобильные пункты, экономическая эффективность.

Роботизированные системы по первичной обработке шерсти становятся все более популярными в современном животноводстве. Они решают проблему дефицита рабочей силы, снижают физические нагрузки на персонал и способствуют улучшению качества продукции. Рассмотрим подробнее основные принципы работы таких систем и наиболее известные модели оборудования. Развитие технологий точного позиционирования и компьютерного зрения сделало возможным создание коммерческих прототипов таких роботизированных устройств [1].

Стоит отметить, что путь к созданию полностью автономных данных роботов был долгим и продолжается до сих пор. Исследования в этой области ведутся уже несколько десятилетий. Например, ещё в советское время учёные вели изыскания по применению для снятия шерстного покрова не только роботов, но и лазера, и даже биохимических препаратов, однако эти методы так и не были доведены до широкого практического применения. До настоящего времени основным способом остаётся стрижка ручными электрическими машинками, что подчёркивает сложность автоматизации этого процесса, связанного с живым организмом, поведение которого сложно прогнозировать.

Роботизированная стрижка обладает рядом преимуществ перед традиционным методом:

- Высокая скорость обработки: Роботы выполняют операции быстрее и без усталости, что позволяет сократить сроки стрижки большого количества животных.

- Минимизация риска травм: Использование специализированных сенсоров и мягких фиксаторов защищает овец от механических повреждений.

- Оптимальное качество шерсти: Программное обеспечение контролирует движение инструмента, предотвращая повреждение кожной ткани и обеспечивая равномерное покрытие руна.

- Возможность интеграции с другими процессами: Роботизированные установки легко интегрируются с линиями первичной обработки шерсти, что дополнительно улучшает показатели эффективности.

Успех стрижки зависит не только от самого робота, но и от соблюдения классических зоотехнических правил, которые остаются актуальными и в век высоких технологий. К факторам, влияющим на эффективность процесса, относятся системы содержания, концентрация поголовья, время года и даже погодные условия. Например, грубошерстных овец стригут два раза в год, тонкорунных - один раз, а знаменитую романовскую породу - до трёх раз. За 12-15 часов до процедуры животных перестают кормить, чтобы избежать травм кишечника при фиксации. Стрижка должна проводиться в сухую, тёплую погоду (оптимальная температура +10-20°C, влажность ниже 65%), а срез шерсти должен быть ровным и низким (рекомендуется оставлять 3-5 мм для защиты кожи от ожогов и инфекций), чтобы максимизировать выход руна и не травмировать животное. Все эти требования должны быть учтены при программировании алгоритмов работы роботизированных систем [2].

Преимущества роботизированной стрижки позволяют получать более качественное и однородное руно. Повреждения, которые наносятся овцам при традиционной стрижке, в значительной степени сокращаются при использовании роботов. Чувствительные роботизированные устройства, применяемые для контроля режущих механизмов, могут чувствовать кожу в пределах нескольких тысячных долей секунды, при этом робот незамедлительно осуществляет корректирующее движение.

На сегодняшний день разработаны и активно применяются роботизированные станции для стрижки овец. Роботизированная станция для стрижки овец включает: манипулятор, который удерживает овцу, и стригальный робот-руку, передвигающуюся по направляющим, расположенным сверху. Манипулятор не только удерживает овцу, но и придает ей удобные для стрижки положения, переворачивая и растягивая ноги и шею. Манипулятор состоит из двух основных узлов: подвижной люльки, включающей два параллельных ролика для поддержания тела животного, и двух концевых фиксаторов для закрепления ног и головы. Второй узел включает платформу, к которой крепится подвижная люлька, механизм манипуляции задней части овцы и два 156 поворотных кронштейна для манипуляции передними ногами и головой. Главное требование, предъявляемое к роботам, работающим с овцами, состоит в наличии комбинации мягкого прикосновения и быстрой реакции. Система управления и конструкция робота разработаны с учетом требований чувствительности. Механизм кронштейна имеет больше гибких соединений, чем это необходимо для ориентации стригальной машины в пространстве. Для обеспечения быстрой механической реакции на сигналы, поступающие от компьютера о движении машинки в направлении кожи животного или в сторону от нее, встроено специальное соединение, названное осью слежения. Быстрота реакции равна нескольким миллисекундам.

Важно учитывать, что подобные устройства требуют регулярного технического обслуживания, которое включает заточку лезвий, калибровку датчиков и обновления программного обеспечения. Однако инвестиции в такую технику быстро окупаются за счет увеличения производительности и снижения рисков заболеваний среди животных.

Внедрение роботизированных систем и роботизированных станций создает ряд экономических и социальных преимуществ. Оно открывает возможности для автоматизации тяжелых и низкооплачиваемых работ, привлекая новую категорию специалистов, работающих с высокотехнологичным оборудованием. Это повышает привлекательность профессий в сфере сельского хозяйства и укрепляет конкурентоспособность предприятий.

Помимо этого, широкое распространение таких технологий способствует дальнейшему совершенствованию технологий компьютерного зрения, алгоритмов оптимизации производственных процессов и биометрического мониторинга скота. Все это формирует основу для дальнейшего роста продуктивности и стабильности отраслей животноводства и переработки шерсти.

Анализ затрат показывает высокую экономическую эффективность модернизации стригальных процессов. Исследования демонстрируют, что собственно стрижка и заточка режущих пар составляют львиную долю расходов - до 66% в весенний период и около 65% осенью. На эти два производственных процесса в сумме приходится весной 51,59 руб./голову и осенью 59,13 руб./голову, что составляет 66,4% и 64,8% от общих затрат соответственно. Это говорит о том, что для снижения себестоимости продукции необходимо уделять первостепенное внимание модернизации именно этих этапов, а также улучшению эргономики рабочих мест стригалей, например, внедрением механизированных столов для фиксации животных. В этом контексте роботизация является логичным

продолжением многолетних попыток облегчить труд человека и повысить эффективность производства [3].

Глобальный рынок оборудования для овец и коз демонстрирует устойчивый рост. В 2024 году он оценивался в 3,2 миллиарда долларов США, и прогнозируется его увеличение со среднегодовым темпом роста 4,8% в период до 2034 года. Особенно быстро растет сегмент автоматизированного и полуавтоматизированного оборудования. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (FAO), в секторе животноводства зафиксирован 20% рост внедрения автоматизированных систем. Это обусловлено потребностью в устойчивых и этичных сельскохозяйственных практиках, поскольку потребители все больше требуют прозрачности и обеспечения благополучия животных.

Многие сельскохозяйственные предприятия разных стран мира начинают активно применять современное оборудование для стрижки овец. Так, австралийская компания Shearwell Robotics представила свою разработку ShearMate, которая демонстрирует высокие показатели эффективности и качества стрижки. В Европе особое внимание уделяют устройству Lely iSher, разработанному голландской фирмой Lely, отличающемуся простотой эксплуатации и надежностью. В США более 60% овцеводческих ферм уже внедрили портативные системы обработки поголовья, что позволяет оптимизировать операции и снижать трудозатраты.

Российские фермеры тоже начали изучать и вводить в эксплуатацию подобные технологии. Например, предприятие «ЮгАгроПром» (Ставропольский край) и хозяйство «Донской Агропром» (Ростовская область) испытывают иностранные роботизированные комплексы, проверяя их пригодность для российского климата и особенностей местного овцеводства. Несмотря на различия в размере хозяйств и климате, полученные результаты показывают перспективность расширения использования такого типа оборудования в российских регионах. Среди других примеров успешной реализации проекта роботизированной стрижки стоит выделить канадскую компанию AgriRobotics Systems Inc., чьи машины были испытаны на ферме провинции Альберта и показали отличные результаты в увеличении объема обработанной шерсти. Подобным путем идут и новозеландские фермеры, использующие оборудование производства Shearing Machines Ltd., которое доказало свою эффективность даже в сложных горных условиях.

Однако полностью исключать человека из процесса пока не удаётся. Сложность системы «человек - животное - машина» требует критического подхода к автоматизации. Даже при использовании самых современных стригальных пунктов, труд оператора остаётся одним из самых тяжёлых и ответственных в сельском хозяйстве из-за необходимости постоянного взаимодействия с живым объектом [4].

Именно поэтому, наряду с разработкой сложных роботов, актуальным направлением является создание мобильных стригальных пунктов, которые доставляют оборудование и специалистов непосредственно к местам нахождения поголовья. Это особенно важно для России, где произошло перераспределение овец в пользу мелких фермерских и личных подсобных хозяйств, для которых содержание стационарного высокопроизводительного комплекса нерентабельно. Согласно статистике, доля сельхозорганизаций в общем поголовье составляет лишь около 19%, тогда как на хозяйства населения приходится 46,5%, а на фермерские хозяйства - 34,5%.

Перспективным направлением является создание комплексных поточно-технологических линий, объединяющих несколько процессов. Например, разработка стригально-купочной установки (СКУО) позволяет совместить стрижку и обязательную санитарную обработку овец, которые практически совпадают по календарным срокам. Такое решение выводит технологию специальных процессов овцеводства на более высокий уровень, приближенный к робототехническим системам с непрерывным выполнением транспортных и перегрузочных работ [5].

Таким образом, роботизированные системы для стрижки овец уверенно завоевывают рынок современного животноводства, предлагая решение проблем дефицита рабочей силы, низкой производительности и нестабильного качества продукции. Эффективность таких систем, продемонстрированная на примере успешных разработок ShearMate, Lely iSher и других аналогичных решений, подтверждает их значимость для сельхозпредприятий разных регионов мира, включая Россию.

Для российских хозяйств оптимальной стратегией может стать поэтапное внедрение автоматизации: от приобретения современных мобильных стригальных пунктов на базе автомобилей (для средних и мелких хозяйств) до установки стационарных роботизированных комплексов (для крупных овцеводческих предприятий с поголовьем свыше 5000 голов). При выборе оборудования необходимо учитывать породный состав, климатические условия и существующую логистику.

Научный руководитель Швецов А.В.,д.э.н., профессор

Список литературы

1. Инновационные технологии и технические средства производства продукции овцеводства / Н.М. Морозов и др. // Техника и оборудование для села. 2015. № 12. С. 2-7.
2. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е. Ресурсосберегающие технологии и технические средства машинной стрижки овец // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Минск, 2017. С. 244-250.
3. Морозов Н.М., Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е. Стратегия развития механизации и автоматизации овцеводства // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 2(18). С. 34-38.
4. Технологии и технические средства машинной стрижки овец / Мирзоянц Ю.А. и др. Кострома, 2010.
5. Использование лазера для стрижки овец / В. Крисюк // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 4. С. 21-28.

УДК 664.66

Азизов А.Н., Черепинин С.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОБЗОР ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены тестомесильные машины, применяемые в производстве бараночных изделий. Проведен анализ оборудования российского и зарубежного производства, рассмотрены их конструктивные особенности и принцип действия. Определены основные преимущества и недостатки различных типов тестомесильных машин. Показано, что совершенствование данного оборудования и внедрение элементов автоматизации позволяют повысить стабильность технологического процесса и качество готовой продукции.

Ключевые слова: тестомесильная машина, бараночные изделия, замес теста, хлебопекарное производство, автоматизация, качество продукции.

Производство бараночных изделий является важным направлением хлебопекарной промышленности. Технологический процесс включает подготовку сырья, замес теста, формование, расстойку, выпечку и сушку. Ключевой стадией является замес теста, поскольку именно на данном этапе формируются структурно-механические свойства, определяющие качество готовой продукции.

Тестомесильные машины являются основным технологическим оборудованием стадии приготовления теста и играют определяющую роль в формировании структурно-механических свойств полуфабриката.

В производстве бараночных изделий к тесту предъявляются повышенные требования по плотности, упругости и однородности, что обусловлено последующими операциями формования, обваривания и выпечки. Качество замеса влияет на развитие клейковинного каркаса, равномерность распределения влаги и компонентов рецептуры, а также на устойчивость заготовок к механическим и тепловым воздействиям. В связи с этим выбор типа тестомесильной машины и уровень её автоматизации оказывают существенное влияние на стабильность технологического процесса [1].

Среди тестомесильных машин российского производства широко применяется модель *И8-ХТА-12* (рис.1). Данная машина предназначена для периодического замеса теста различной консистенции, в том числе теста для бараночных изделий. Принцип действия основан на вращении месильного органа в деже, обеспечивающем интенсивное перемешивание компонентов и механическую обработку тестовой массы. Конструктивно машина включает станину, приводной электродвигатель, редуктор, месильный орган, сменную дежу и систему блокировки крышки.

Рисунок 1 – Тестомесильная машина И8-ХТА-12

Производительность машины составляет около 300–350 кг теста в час. Объем месильной камеры составляет приблизительно 120 литров. Мощность электродвигателя находится в пределах 5,5–7,5 кВт. К достоинствам машины И8-ХТА-12 можно отнести простоту конструкции, ремонтопригодность и адаптацию к условиям отечественных предприятий. Оборудование отличается достаточной механической прочностью и устойчивостью к перегрузкам. К недостаткам относятся ограниченные возможности регулирования режимов работы, отсутствие встроенных датчиков контроля температуры теста и нагрузки, а также преимущественно ручное управление технологическим циклом. Уровень автоматизации оценивается как базовый: предусмотрены пусковая аппаратура и защита двигателя, однако программное управление режимами отсутствует [2].

Другой распространённой моделью является *тестомесильная машина ТММ-140* (рис.2)**,** применяемая на предприятиях хлебопекарной промышленности средней мощности. Машина относится к спиральному типу и предназначена для интенсивного замеса теста с различной влажностью. Принцип действия основан на вращении спирального месильного органа при одновременном вращении дежи, что обеспечивает более равномерную обработку тестовой массы.

Рисунок 2 – Тестомесильная машина ТММ-140

Производительность машины составляет около 200-250 кг теста в час. Объем дежи составляет примерно 140 литров, мощность электродвигателя – около 4-5 кВт. Конструктивные элементы включают корпус, двухскоростной электропривод, спиральный месильный орган, вращающуюся дежу, защитный кожух и панель управления. Преимуществами ТММ-140 являются более равномерный замес по сравнению с машинами лопастного типа, возможность выбора скорости вращения и повышенная производительность. Недостатками остаются ограниченные средства автоматического контроля параметров процесса и необходимость постоянного наблюдения со стороны оператора. Уровень автоматизации можно охарактеризовать как частичный, поскольку реализованы таймер и переключение скоростей, но отсутствует комплексный контроль состояния теста [3].

Модель МТМ-65 (рис. 3)применяется на малых и средних предприятиях и предназначена для замеса теста небольшими партиями. Принцип работы аналогичен спиральным машинам периодического действия. Конструкция включает электродвигатель, редуктор, месильный орган, неподвижную либо вращающуюся дежу и систему защитных устройств. Производителем данной машины также являются отечественные предприятия, специализирующиеся на производстве оборудования для пищевой промышленности. Производительность машины составляет около 100-150 кг теста в час. Объем дежи составляет приблизительно 65 литров, а мощность двигателя – около 2-3 кВт. К достоинствам МТМ-65 относятся компактность, сравнительно низкое энергопотребление и простота обслуживания. Недостатками являются ограниченная производительность и минимальный набор средств автоматического управления. Машина ориентирована на ручное задание режима замеса, что снижает повторяемость технологических параметров.

Рисунок 3 – Тестомесильная машина МТМ-65

Среди зарубежных производителей тестомесильного оборудования следует отметить компанию *Diosna* (рис.4), выпускающую спиральные и планетарные тестомесильные машины промышленного класса [5].

Рисунок 4 – Тестомесильная машина Diosna

Принцип работы спиральных *тестомесильных машин Diosna* основан на синхронном вращении спирали и дежи с возможностью плавного изменения скорости. Особенностью конструкции является применение усиленной рамы, частотного регулирования привода и программируемой панели управления. Diosna SP, выпускаемая немецкой компанией Diosna. Данная машина применяется на крупных хлебопекарных предприятиях и предназначена для интенсивного замеса различных видов теста. Производительность машины может достигать 400-500 кг теста в час. Объем дежи составляет около 200 литров, мощность двигателя – примерно 8-10 кВт. Преимуществами оборудования Diosna являются высокий уровень автоматизации, наличие датчиков контроля температуры, возможность программирования циклов замеса и сохранения рецептур. Недостатками выступают высокая стоимость и сложность сервисного обслуживания [4, 5].

Машины серии *Spiral Mixer Sigma* также относятся к современному оборудованию спирального типа. Принцип действия заключается в интенсивной обработке теста спиральным месильным органом с регулируемой скоростью. Конструктивные особенности включают цифровую панель управления, частотные преобразователи и системы защиты от перегрева. *Spiral Mixer Sigma* (рис.5) производятся в Италии**,** относится к тестомесильным машинам с сигмаобразными месильными лопастями. Данное оборудование применяется для замеса теста повышенной плотности. Производительность машины составляет около 250-300 кг теста в час. Объем месильной камеры достигает 150 литров, мощность двигателя составляет около 6-8 кВт.

Рисунок 5 – Тестомесильная машина Spiral Mixer Sigma

К преимуществам можно отнести стабильность параметров замеса, снижение энергозатрат и удобство эксплуатации. Недостатком является высокая стоимость оборудования и зависимость от импортных комплектующих. Уровень автоматизации оценивается как высокий, поскольку предусмотрены программируемые режимы и автоматическое отключение при достижении заданных параметров.

Компания *Kemper* выпускает тестомесильные машины с развитой системой управления, ориентированные на крупные хлебопекарные предприятия. Принцип работы аналогичен спиральным машинам, однако конструкция дополнена системой автоматической фиксации дежи и интеграцией в автоматизированные линии. *Тестомесильные машины Kemper Spiral Mixer* (рис.6) производятся немецкой компанией Kemper и применяются на предприятиях хлебопекарной промышленности высокой производительности. Производительность таких машин может достигать 500 кг теста в час. Объем дежи составляет около 240 литров, мощность двигателя — до 11 кВт [6].

Рисунок 6 – Тестомесильная машина Kemper

Преимуществами оборудования Kemper являются высокая надёжность, точность поддержания режимов и возможность интеграции в систему управления предприятием. Недостатками остаются высокая стоимость и необходимость квалифицированного обслуживания [1, 6].

Сравнительный анализ российских и зарубежных тестомесильных машин - показывает, что отечественные модели характеризуются конструктивной простотой, доступностью и адаптацией к условиям эксплуатации на предприятиях среднего уровня. Однако уровень автоматизации в большинстве случаев ограничен базовыми средствами управления и защиты. Зарубежные машины оснащаются программируемыми контроллерами, частотными преобразователями, датчиками температуры и системами диагностики, что обеспечивает более высокую повторяемость технологических параметров и стабильность качества теста.

В части надёжности отечественные машины отличаются прочной механической конструкцией, но уступают по уровню интеллектуального управления. Зарубежные модели обеспечивают более

точное соблюдение режимов замеса, что положительно влияет на развитие клейковины и однородность структуры теста, однако требуют более сложного технического обслуживания.

Проведённый обзор свидетельствует о целесообразности совершенствования применяемых на предприятии тестомесильных машин путём внедрения дополнительных датчиков контроля температуры тестовой массы, нагрузки на привод и времени замеса, а также использования программируемых систем управления. Реализация данных мероприятий позволит повысить стабильность параметров процесса, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить устойчивое качество бараночных изделий.

Научный руководитель - Андержанова Н.Н., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Широкова Л. О. Технология бараночных изделий улучшенного качества и функционального назначения / Широкова Л. О. // Пищевая промышленность. - 2009. - №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-baranochnyh-izdeliy-uluchshennogo-kachestva-i-funktsionalnogo-naznacheniya
2. Энверович Б.Э. Анализ эффективности работы и основных критериев выбора тестомесильных машин / Б.Э. Энверович // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. - 2014. - №7-8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-raboty-i-osnovnyh-kriteriev-vybora-testomesilnyh-mashin
3. Лукин, В.А. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий /В.А. Лукин // — М.: КолосС, - 2019. - 448 с.
4. DIOSNA - Тестомесильные машины с фиксированной и откатной дежой: официальный сайт. – URL: https://www.rp.ru/equipment/diosna/
5. Чернов, М.Е. Машины и аппараты пищевых производств / М.Е. Чернов // — М.: Академия, - 2017. - 304 с.
6. Прейс В.В. ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ЗАМЕСА ТЕСТА В ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ / В.В. Прейс, Е.С. Горошилова // Известия ТулГУ. Технические науки. - 2020. - №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-ratsionalnyh-rezhimov-protsessa-zamesa-testa-v-testomesilnoy-mashine-periodicheskogo-deystviya

УДК 338.439.65

Маркелова А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА НА ПРЕДПРИЯТИИ ЗАО «ПЛЕМЗАВОД «СЕМЁНОВСКИЙ»

Аннотация. В статье рассматривается процесс модернизации оборудования для производства сыра на примере ЗАО «Племзавод «Семёновский» (Республика Марий Эл) – одного из ведущих сельскохозяйственных предприятий региона, специализирующегося на молочном животноводстве и переработке молока. В работе проведён комплексный анализ текущего состояния производственных мощностей сыродельного цеха предприятия на начало 2023 года, выявлены ключевые проблемы действующего производства. Подробно описаны внедряемые в 2024 году технологические решения в рамках программы модернизации. Представлены результаты модернизации по итогам 2024 года с конкретными количественными показателями. Проведена оценка экономической эффективности проекта. Определены перспективы развития сыродельного производства на 2025–2027 гг., включающие внедрение линий по выпуску мягких сыров и сыров с плесенью, запуск системы прослеживаемости на базе RFID меток и выход на экспортные рынки. Исследование демонстрирует, что модернизация оборудования не только решает текущие производственные проблемы, но и создаёт основу для долгосрочного устойчивого развития предприятия, повышения его конкурентоспособности на российском и международном рынках.

Ключевые слова: модернизация, производство сыра, сыроделие, оборудование, ЗАО «Племзавод «Семёновский», экономическая эффективность, автоматизация производства, качество продукции.

В последние годы ЗАО «Племзавод «Семёновский», одно из ведущих сельскохозяйственных предприятий Республики Марий Эл, специализирующееся на молочном животноводстве и переработке молока, активно развивает направление сыроделия, что требует внедрения современного оборудования и технологий. Цель данной статьи – проанализировать процесс модернизации оборудования для производства сыра на данном предприятии, оценить её влияние на

производственные показатели и экономическую эффективность. Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач: проанализировать текущее состояние оборудования для производства сыра, выявить основные проблемы и ограничения существующего производства, описать внедряемые технические решения и технологии, оценить экономическую эффективность модернизации и определить перспективы развития сыродельного производства на предприятии.

На момент начала модернизации в 2023 году цех по производству сыра ЗАО «Племзавод «Семёновский» располагал оборудованием, включавшим сыродельные ванны старого образца 1990-х годов с низкими объёмом и производительностью, прессы для сыра с ручным управлением, камеры созревания с устаревшей системой климат-контроля и упаковочную линию с низкой производительностью. Существенное влияние на эффективность производства оказывали следующие проблемы: высокая доля ручного труда, достигавшая 60% всех операций, нестабильное качество продукции из-за неравномерного температурного режима, ограниченная производительность, высокий уровень энергопотребления и недостаточная гигиеничность оборудования. Производственные показатели сыродельного цеха до модернизации характеризовались объёмом производства, ассортиментом из трёх наименований (Российский, Голландский, Адыгейский), себестоимостью, энергопотреблением 180 кВт·ч, долей ручного труда 60% и процентом брака 8%. Данные приведены по материалам бухгалтерской отчётности предприятия за 2023 год [3].

Таблица 1. Производственные показатели сыродельного цеха до модернизации (2023 г.)

Показатель	Значение
Объём производства сыра, т/мес.	2,8
Ассортимент, наименований	3
Себестоимость 1 кг сыра, руб.	480
Энергопотребление, кВт·ч/т	180
Доля ручного труда, %	60
Процент брака, %	8

В 2024 году на предприятии была запущена программа модернизации сыродельного производства с общим объёмом инвестиций 58 млн руб. В рамках программы произведена замена сыродельных ванн на автоматизированные модели SÜDMILCH (Германия) с объёмом 3 м^3 и производительностью 2,5 т/смена. Новые ванны оснащены автоматическим регулированием температуры, системой перемешивания с регулируемой скоростью и CIP мойкой (Clean in Place). Также установлены гидравлические прессы для сыра с программным управлением, обеспечивающие производительность 5 т/смена.

Камеры созревания подверглись модернизации: в них смонтирована система климат контроля с точностью ±0,5 °C и внедрена система мониторинга влажности. Запущена новая упаковочная линия ULMA (Испания) с производительностью 300 уп./ч, предусматривающая вакуумную упаковку и маркировку. Кроме того, внедрена система автоматизации на базе SCADA системы для контроля всех этапов производства.Технологическая линия после модернизации представлена на рисунке 1.

Результаты модернизации, представленные в таблице 2, продемонстрировали существенное улучшение производственных показателей. Объём производства увеличился на 168%, ассортимент расширился на 167%, себестоимость 1 кг сыра снизилась на 19%, энергопотребление уменьшилось на 33%, доля ручного труда сократилась на 58%, процент брака сократился на 75%, а производительность труда возросла на 180%. Помимо количественных изменений, отмечены качественные улучшения: органолептические показатели сыра повысились на 25% по оценке дегустационной комиссии, срок хранения продукции увеличился с 30 до 60 дней, снизились микробиологические риски и улучшились условия труда персонала. Данные приведены по техническому отчёту о результатах модернизации сыродельного цеха [4].

Таблица 2 - Сравнение показателей до и после модернизации

Показатель	До модернизации (2023)	После модернизации (2024)	Изменение, %
Объём производства, т/мес.	2,8	7,5	+168
Ассортимент, наименований	3	8	+167
Себестоимость 1 кг сыра, руб.	480	390	−19
Энергопотребление, кВт·ч/т	180	120	−33
Доля ручного труда, %	60	25	−58
Процент брака, %	8	2	−75
Производительность труда, т/чел.-ч	0,15	0,42	+180

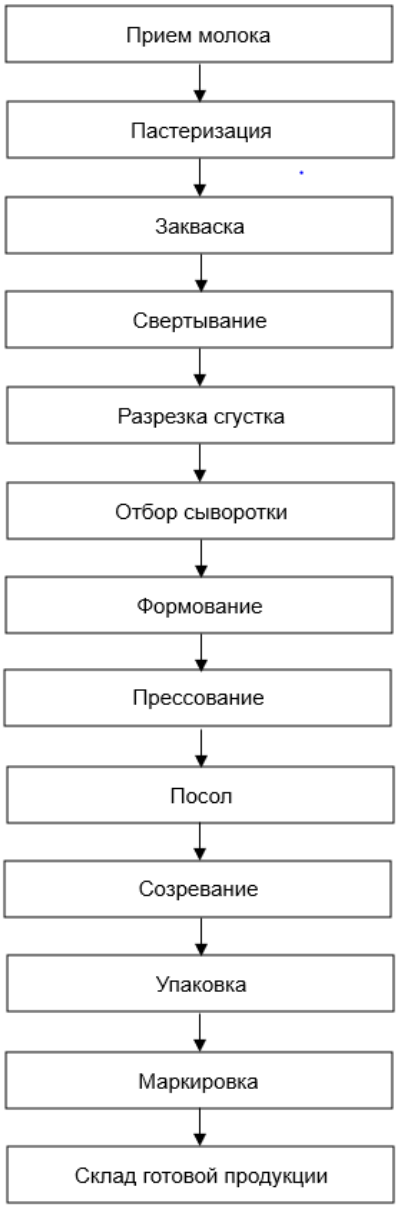


Рисунок 1 - Технологическая линия производства сыра после модернизации

Расчёт экономической эффективности проекта показал, что при общих инвестициях 58 млн. руб. снижение себестоимости составило 90 руб/кг, годовой экономический эффект достиг 16,2 млн.руб., срок окупаемости составил 3,6 года, а рентабельность инвестиций — 27,9 %. Срок окупаемости рассчитан по формуле:

$$\text{Срок окупаемости} = \frac{\text{Инвестиции}}{\text{Годовой экономический эффект}} = \frac{58\,000\,000}{16\,200\,00} \approx 3{,}6 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект рассчитан с учётом увеличения объёма производства на 56т/год, снижения себестоимости на 90 руб./кг и роста продаж за счёт расширения ассортимента.

В ближайшие годы, на 2025–2026-й, ЗАО «Племзавод «Семёновский» планирует реализовать комплекс мероприятий по дальнейшему развитию сыродельного производства. В их число входят: запуск линии по выпуску мягких сыров, включая моцареллу и рикотту; установка специализированного оборудования для изготовления сыров с плесенью; внедрение системы прослеживаемости продукции на базе RFID-меток для повышения прозрачности производственных и логистических процессов; а также выход на экспортные рынки – в частности, в Казахстан и Беларусь.

К 2027 году предприятие ставит перед собой следующие целевые показатели: довести ежемесячный объём производства сыра до 12 т/мес.; расширить ассортимент выпускаемой продукции до 15 наименований; снизить себестоимость производства до 350 руб./кг за счёт оптимизации технологических процессов и повышения общей эффективности работы; обеспечить

долю экспортных поставок на уровне 20 % от общего объёма выпускаемой продукции. Эти задачи призваны укрепить рыночные позиции компании и повысить её конкурентоспособность как на российском, так и на международном уровне.

Проведённая модернизация оборудования на ЗАО «Племзавод «Семёновский» доказала свою высокую эффективность и сыграла ключевую роль в повышении конкурентоспособности предприятия на динамично развивающемся рынке молочной продукции. Внедрение современных технологий и автоматизация производственных процессов создали устойчивую основу для роста как производственных, так и экономических показателей компании.

Благодаря модернизации удалось существенно улучшить качество выпускаемой сырной продукции и одновременно снизить её себестоимость, что сделало товары предприятия более доступными для широкого круга потребителей. Расширение технологических возможностей позволило заложить фундамент для диверсификации ассортимента – в перспективе это открывает путь к освоению новых рыночных ниш и выходу на дополнительные рынки сбыта, в том числе международные экспортные направления.

Важным результатом преобразований стало повышение экологической и технологической безопасности производства. Оптимизация энергопотребления и внедрение ресурсосберегающих технологий привели к заметному сокращению затрат электроэнергии, а совершенствование технологических процессов помогло минимизировать объём производственных отходов.

В итоге проведённые изменения не только укрепили текущие позиции ЗАО «Племзавод «Семёновский», но и позволили предприятию утвердиться в роли инновационного лидера в агропромышленном комплексе Республики Марий Эл. Это создаёт благоприятные условия для дальнейшего развития, внедрения передовых решений и усиления влияния компании как на региональном, так и на общероссийском уровне.

Научный руководитель – Андержанова Н.Н., канд.техн.наук

Список литературы

1. Федеральный закон от 12.06.2008 № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» [Текст] : принят Государственной Думой 23 мая 2008 года, одобрен Советом Федерации 30 мая 2008 года // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2008. - № 24. - Ст. 2576.
2. ГОСТ Р 52686-2006. Сыры. Общие технические условия [Текст] : национальный стандарт Российской Федерации / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. - Москва : Стандартинформ, - 2006. - 24 с.
3. ЗАО «Племзавод «Семёновский». Бухгалтерская отчётность за 2023–2024 гг. / ЗАО «Племзавод «Семёновский». - Йошкар-Ола, - 2024.
4. Технический отчёт о результатах модернизации сыродельного цеха ЗАО «Племзавод «Семёновский» / ЗАО «Племзавод «Семёновский». - Йошкар-Ола, - 2024. - 48 с.
5. ЗАО «Племзавод «Семёновский»: официальный сайт. – URL: https://semol12.ru/

УДК 636.084

Черепинин С.А., Азизов А.Н.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ЗЕРНОСУШИЛКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ВИДЫ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Аннотация. В статье рассматриваются различные типы зерносушилок, применяемые в сельском хозяйстве для снижения влажности зерна до оптимальных показателей. По каждому виду оборудования (барабанных, шахтных, камерных, конвейерных, мобильных, колонных (модульных)) зерносушилок рассмотрен принципы работы, преимущества и их недостатки.

Ключевые слова: зерносушилка, сушка зерна, барабанная зерносушилка, шахтная зерносушилка, камерная зерносушилка, конвейерная зерносушилка, мобильная зерносушилка, колонная зерносушилка, влажность зерна, энергоэффективность, производительность зерносушилки, хранение зерна, сельское хозяйство.

Зерносушилка - это оборудование для снижения влажности зерна до оптимальных показателей (14–15 %), необходимых для длительного хранения и дальнейшей переработки [1]. Правильный выбор сушилки влияет на качество урожая и экономическую эффективность хозяйства.

Барабанные зерносушилки (рис. 1) применяются преимущественно в сельском хозяйстве и смежных отраслях — для удаления избыточной влаги из зерновых, зернобобовых и некоторых других культур.

Рисунок 1 - Барабанная зерносушилка

В барабанных зерносушилках зерно перемещается внутри вращающегося барабана, обдуваемого нагретым воздухом [2]. К основным преимуществам можно отнести: высокую производительность — подходят для крупных хозяйств, относительно компактные размеры, возможность сушки различных культур (зерно, семена, бобовые) и простоту конструкции и обслуживания. При этом недостатками данного типа являются риск механического повреждения зерна из-за трения и вращения, неравномерность сушки при неправильной настройке, высокие энергозатраты на нагрев воздуха и вращение барабана, требовательность к чистоте зерна (сор может загореться) [3].

Рисунок 2 – Шахтная зерносушилка

*Шахтные зерносушилки (*рис. 2) – это стационарные промышленные установки непрерывного действия для удаления избыточной влаги из зерновых и масличных культур. В зерносушилках данного типа зерно поступает в вертикальную шахту и медленно опускается вниз, продуваемое горизонтальными потоками нагретого воздуха [2]. Среди преимуществ можно отметить: высокую производительность и непрерывность процесса, равномерность сушки за счёт многослойной структуры шахты, возможность автоматизации и контроля параметров и подходят для больших объёмов зерна (элеваторы, крупные фермы). Недостатками данного типа являются сложность конструкции и высокая стоимость оборудования, большие габариты – требуют отдельного помещения или площадки, необходимость регулярной очистки шахты от остатков зерна и пыли, риск перегрева нижних слоёв при неправильной настройке [4].

Камерные зерносушилки (рис.3) – это установки периодического действия, в которых зерно сушат активным вентилированием в неподвижном слое. После сушки партия выгружается, и цикл повторяется [3]. Они подходят для малотоннажных производств и позволяют обрабатывать зерно с разной исходной влажностью за одну загрузку. Преимущества: бережная сушка без механического воздействия, универсальность (подходят для семян, масличных культур и влажного зерна), простота конструкции и ремонт, а так же возможность регулировки режимов под разные культуры. К недостаткам можно отнести: периодичность работы (низкая производительность по сравнению с непрерывными типами), ручная загрузка/выгрузка (в простых моделях), неравномерность сушки по высоте камеры и длительное время цикла (несколько часов на партию).

Рисунок 3 – Камерная зерносушилка

Конвейерные зерносушилки (рис.4) – это оборудование для сушки зерна, которое работает по принципу поточной обработки. Зерно равномерно распределяется по наклонному жалюзийному ложу и перемещается с помощью транспортёра, а нагретый воздух продувает слой, удаляя влагу. Такие сушилки отличаются бережным обращением с зерном — минимум повреждений, равномерностью сушки за счёт тонкого слоя, гибкостью в смене режимов для разных культур, непрерывностью процесса и высокой производительностью и энергоэффективностью по сравнению с барабанными моделями.

Рисунок 4 – Конвейерная зерносушилка

К недостаткам конвейерной зерносушилки можно отнести: высокую стоимость оборудования и монтажа [4], большие габариты (особенно для моделей с несколькими конвейерами), требовательность к равномерности подачи зерна на ленту и необходимость защиты от атмосферных воздействий (если установлены на улице).

Мобильные зерносушилки (рис.5) компактные установки на колёсах или прицепе, работающие по принципу шахтных или барабанных сушилок [3]. Их преимущества - это мобильность (можно перемещать между полями или складами), быстрая установка и запуск (не требуют капитального монтажа), подходят для небольших хозяйств и сезонного использования и разнообразие моделей (от мини-сушилок до крупных прицепов). Основными недостатками являются ограниченная производительность (обычно до 50т/ч), меньшая энергоэффективность из-за компактности конструкции, зависимость от внешних источников энергии (газ, дизель, электричество), уязвимость к погодным условиям (дождь, ветер могут мешать работе).

Рисунок 5 – Мобильная зерносушилка

Колонные (модульные) зерносушилки – это оборудование для снижения влажности зерновых, зернобобовых, масличных и других культур путём продувания слоя зерна нагретым воздухом. Зерно проходит через вертикальные колонны, где попеременно нагревается и охлаждается в нескольких секциях [2]. Они получили широкое распространение благодаря возможности масштабирования и универсальности применения, высокой точности контроля влажности (погрешность до 1%), экономии топлива за счёт рекуперации тепла, модульности, т.е. можно наращивать производительность, добавляя колонны, а также бережной сушке без перегрева. Недостатками такой зерносушилки является высокая начальная стоимость, сложность настройки и обслуживания, требовательность к квалификации оператора и большие габариты при высокой производительности.

Рисунок 6 – Колонная (модульная) зерносушилка

При выборе зерносушилки необходимо ориентироваться на:

- объём зерна (для крупных хозяйств – шахтные или колоннные, для малых – мобильные или камерные [1];
- тип культур (ценные семена и масличные – конвейерные или камерные, фуражное зерно – барабанные или шахтные) [3,5];
- бюджет, если важна экономия, то камерные или мобильные, а если приоритет, то производительность и автоматизация (шахтные или колоннные) [4];
- энергоносители, так газ дешевле дизеля, а электричество – это самый дорогой вариант [4];
- сроки сушки, так для быстрой обработки больших объёмов – шахтные, а для бережной – конвейерные [2, 5].

Таким образом, выбор зерносушилки является важным этапом для любого сельскохозяйственного предприятия, поскольку правильный подбор оборудования позволяет обеспечить высокое качество зерна, снизить потери и повысить рентабельность производства. Основные критерии выбора включают объем перерабатываемого зерна, тип выращиваемых культур, бюджет предприятия, доступные энергоресурсы и сроки сушки.

Научный руководитель – Андержанова Н.Н., к.т.н., доцент

Список литературы

1. Пиляева О.В. Достоинства и недостатки зерносушильного оборудования / О.В. Пиляева // Эпоха науки. 2019, - №17. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-zernosushilnogo-oborudovaniya
2. Волошин, Е. В. Зерносушение и зерносушилки / Е. В. Волошин. - 2024. - 7 с.
3. Данилов Д.Ю. Разработка мобильной зерносушилки и обоснование ее конструктивно-режимных параметров / Д.Ю. Данилов, С.С. Казаков, Е.А. Криштанов, Ф.Н. Фомченко, Н.Н. Пушкаренко//. Аграрная наука. - 2022;1(11):122-127. URL: https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-122-127
4. Бурдовицын, А. В. Конвейерная зерносушилка: патент RU2851157C1 на изобретение / А. В. Бурдовицын // - 2025. - 10 с.
5. Патент на полезную модель № 205872 U1 Российская Федерация, МПК F26B 17/12. шахтная зерносушилка с функцией обеззараживания зерна : заявл. 26.11.2020 : опубл. 11.08.2021 / Р. С. Соколов, С. В. Говоров, Д. А. Семенихин, Б. С. Борисов. – EDN QADDJP.

УДК 637.3.057

Данилов К.С.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВАПАСТЕРИЗОВАННЫХ СЛИВОК НА ОСНОВЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРУБЧАТОГО ПАСТЕРИЗАТОРА

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы технологической модернизации производства пастеризованных сливок, в частности, усовершенствование трубчатого пастеризатора. Проведен анализ существующих конструкций пастеризаторов, выполнены конструктивные и прочностные расчеты, спроектирован электропривод, разработана система автоматизации технологической линии.

Ключевые слова: пастеризованные сливки, трубчатый пастеризатор, модернизация, автоматизация, технологическая линия, оптимизация, бизнес-план.

Молочная промышленность является одной из стратегически важных отраслей агропромышленного комплекса России, обеспечивая продовольственную безопасность страны. Среди широкого ассортимента молочной продукции особое место занимают пастеризованные сливки, обладающие высокой питательной ценностью и пользующиеся стабильным потребительским спросом.

Современное состояние молочной промышленности России характеризуется наличием двух ключевых тенденций: с одной стороны, растущий потребительский спрос на качественные и безопасные продукты, а с другой — высокая степень износа основных производственных фондов предприятий. По данным отраслевых исследований, степень износа технологического оборудования на многих молокоперерабатывающих заводах превышает 60-70%, что напрямую сказывается на эффективности, себестоимости и, что наиболее критично, на качестве выпускаемой продукции [1].

Особенно остро эта проблема стоит для производств, связанных с термообработкой жидких молочных продуктов, таких как сливки. Устаревшие пастеризационные установки не позволяют точно выдерживать требуемые температурно-временные режимы, что приводит либо к недопастеризации (риск микробиологической порчи и безопасности), либо к перегреву продукта, который вызывает необратимые изменения белков, появление «пригорелого» вкуса и снижение пищевой ценности. Кроме того, такое оборудование, как правило, отличается высоким энергопотреблением и значительными эксплуатационными затратами, связанными с частыми ремонтами и большими потерями теплоносителя.

Эффективность и конкурентоспособность производства молочной продукции напрямую зависят от уровня его технологической оснащенности. Ключевым этапом в производстве сливок является пастеризация, от которой зависят как микробиологическая безопасность и срок хранения продукта, так и сохранение его органолептических свойств. В связи с этим модернизация пастеризационного оборудования является актуальной задачей для многих перерабатывающих предприятий.

В этом контексте модернизация ключевых технологических узлов, и в первую очередь — пастеризационных установок, является не просто вопросом повышения рентабельности, а стратегической необходимостью для обеспечения конкурентоспособности отечественных производителей на фоне растущего импорта и ужесточения требований к продукции со стороны конечных потребителей.

Разработка комплекса мероприятий по модернизации линии производства пастеризованных сливок с фокусом на оптимизацию работы трубчатого пастеризатора обеспечивает повышение

качества продукции, снижение эксплуатационных затрат и увеличение производственной эффективности.

Технологический процесс производства пастеризованных сливок включает следующие основные этапы: приемку и подготовку сырья (молока, сливок), нормализацию по жиру, пастеризацию, гомогенизацию, охлаждение, фасовку, хранение и транспортировку [2].

Пастеризация – критически важная операция, предназначенная для уничтожения патогенной микрофлоры и инактивации ферментов. Для сливок применяется высокотемпературная кратковременная пастеризация при температуре 85–95°С с выдержкой 15–30 секунд. Такой режим обеспечивает максимальное сохранение питательных веществ и вкусовых качеств продукта. Наиболее распространены два типа пастеризаторов: пластинчатые и трубчатые. Выбор в пользу трубчатого пастеризатора обусловлен рядом преимуществ для конкретной технологической схемы. Меньшее количество уплотнительных прокладок позволяет снизить трудоемкость ремонтных работ. Отсутствие секции рекуперации тепла обосновано при последующем процессе гомогенизации, поскольку продукт подается уже предварительно подогретым. Высокая надежность конструкции обеспечивает эффективную работу даже с материалами увеличенной вязкости. Для обоснованного выбора типа пастеризатора был проведен сравнительный анализ двух наиболее распространенных конструкций: пластинчатого и трубчатого. Пластинчатые пастеризаторы широко распространены благодаря высокой компактности и наличию секции рекуперации тепла, где холодный продукт нагревается за счет горячего, что позволяет экономить до 90% энергии на нагрев. Однако их существенным недостатком является большое количество уплотнительных прокладок между пластинами. Эти прокладки подвержены старению и механическому износу, требуют регулярной замены (не реже 1-2 раз в год), а их повреждение приводит к смешиванию продукта с теплоносителем или к потерям сырья. Кроме того, узкие каналы между пластинами чувствительны к загрязнениям и могут забиваться при работе с продуктами повышенной вязкости или содержащими взвешенные частицы [3].

Трубчатые пастеризаторы, в которых продукт движется по трубам, а теплоноситель — в межтрубном пространстве, лишены этих недостатков. Они имеют значительно меньше уплотнений, что повышает надежность и снижает затраты на обслуживание. Более просторное проточное сечение делает их менее чувствительными к загрязнениям и предпочтительными для работы со сливками, сгущенным молоком и другими вязкими продуктами. Ключевым недостатком традиционно считается отсутствие рекуперации тепла и большие габариты. Однако в конкретной технологической схеме производства сливок, где после пастеризатора предусмотрен гомогенизатор, требующий подачи нагретого продукта, необходимость в секции рекуперации отпадает. Таким образом, для данного применения трубчатый пастеризатор является технологически и экономически более целесообразным решением.

Для модернизации был выбран трубчатый пастеризатор, а его конструктивные параметры были подвергнуты оптимизации с целью минимизации удельных приведенных затрат. В качестве варьируемых параметров выступили внутренний диаметр трубок (dвн) и их количество в одной секции (n).

Методика расчета включала последовательное определение.

Необходимо рассчитать скорость движения сливок и число Рейнольдса для подтверждения турбулентного режима течения, определить коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, вычислить площадь теплообмена, обеспечивающую нагрев сливок с 6°С до 95°С, установить оптимальную длину трубок и размеры аппарата, оценить гидравлическое сопротивление системы и требуемую мощность привода насоса, а также провести расчет капитальных расходов на приобретение материалов и изготовление установки, включая оценку эксплуатационных издержек на потребление электроэнергии, амортизационные отчисления и проведение ремонтов.

Критерием оптимизации служили удельные приведенные затраты на единицу выпускаемой продукции (руб/т). Расчеты проводились с использованием программного обеспечения Microsoft Excel при варьировании dвн от 0,015 до 0,025 м и n от 7 до 37.

В результате оптимизации были определены оптимальные параметры: внутренний диаметр трубок (dвн) = 0,017м, а также количество трубок в одной секции (n) = 19 шт.

Конструкция усовершенствованного пастеризатора включает два рабочих цилиндра, смонтированных один над другим. Каждый цилиндр содержит по 19 трубок из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Общая длина пути продукта составляет 38 трубок. Для обеспечения прочности и долговечности был выполнен прочностной расчет трубок и корпуса, который подтвердил, что напряжения в материалах не превышают допустимых значений.

Для обеспечения работы центробежного насоса, подающего сливки через пастеризатор, был спроектирован электропривод. По результатам расчета мощности (0,19 кВт) и условий эксплуатации (повышенная влажность) был выбран электродвигатель АИР56В2У3 мощностью 0,25 кВт. Двигатель прошел проверку по условиям пуска, разгона и частоте включений.

Разработана принципиальная схема энергоснабжения, управления и защиты электродвигателя, включающая:

1. Провода марки АПВ сечением 2,5 мм².
2. Электромагнитный пускатель ПМЕ-0 с тепловым реле ТРН-10А для защиты от перегрузок.
3. Плавкие предохранители ПРС на 1А для защиты от токов короткого замыкания.
4. Автоматический выключатель АЕ-2013-10У3.

Для комплексного повышения эффективности и безопасности линии была разработана система автоматизации на основе машино-аппаратурной схемы. Система решает следующие ключевые задачи:

- автоматический запуск линии: включение насоса подачи сливок и подачи пара только после выхода сепаратора на рабочие обороты.
- точное поддержание температуры пастеризации (95±2°С): регулятор TIR9 через исполнительный механизм М8 управляет клапаном подачи пара. При недогреве продукт направляется на повторную пастеризацию трехходовым клапаном ЭМК11.
- стабилизация давления гомогенизации (20±0,5 МПа): датчик давления PE13 и регулятор PEC13 воздействуют на механизм гомогенизатора.
- контроль уровня в резервуаре хранения: датчик уровня LE17 автоматически включает/отключает насосы для предотвращения переполнения или работы «всухую».
- аварийные отключения: при отсутствии вакуума в фасовочном автомате или открытии его ограждений.

Для оценки эффективности модернизации был разработан бизнес-план. Основные инвестиции были направлены на изготовление и монтаж нового трубчатого пастеризатора. Суммарные капитальные вложения составили 50 616 рублей.

Экономический расчет базировался на следующих допущениях:

Годовой объем производства – 40 тонн сливок.

Полная себестоимость 1 тонны сливок – 18 822 рубля.

Отпускная цена 1 тонны (с НДС) – 25 541 рубль.

Постоянные затраты – 157 000 рублей в год.

Ключевые показатели эффективности:

Точка безубыточности: 23,3 тонны в год. При запланированном объеме производства в 40 тонн проект обладает запасом финансовой прочности.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД): 19 577 рублей (при ставке дисконтирования 13%). Положительное значение ЧДД свидетельствует об экономической целесообразности проекта.

Индекс рентабельности (ИР): 1,39. Значение ИР > 1 подтверждает, что доходы от проекта превышают вложенные инвестиции.

Срок окупаемости: 2,07 года.

Реализация проекта также позволит получить ряд косвенных эффектов: улучшение технологических процессов и внедрение современных методов контроля обеспечат выпуск товаров, соответствующих высоким стандартам качества, что повысит конкурентоспособность предприятия на рынке; оптимизация производственных циклов и использование энергоэффективного оборудования позволят значительно сократить потери ресурсов, уменьшить затраты на производство и снизить негативное воздействие на окружающую среду; автоматизация ключевых этапов производства снизит зависимость от человеческого фактора, уменьшив количество ошибок и повысив производительность труда, что приведет к росту эффективности и экономичности процесса [4].

В результате проведенной работы был разработан комплексный проект модернизации линии производства пастеризованных сливок:

1. Проведены глубокий патентный анализ существующих решений и детальные теплогидравлические расчеты, позволяющие определить наиболее рациональные размеры оборудования. Были выбраны оптимальные внутренние диаметры труб (dвн = 17 мм) и количество трубок в одной секции (n=19). Эти параметры обеспечивают минимизацию удельных затрат и гарантируют экономичность эксплуатации оборудования.

2. Расчет прочности конструкций позволил убедиться в надежной работе всех элементов установки. Конструкция обладает достаточным запасом прочности и соответствует требованиям действующих стандартов качества и безопасности продукции пищевой промышленности.

3. Центробежный насос является ключевым элементом технологической линии, влияющим на производительность и качество продукта. Разработанный электропривод обеспечивает стабильную работу системы перекачки сырья, гарантирует защиту двигателя от перегрузок и способствует повышению общей надежности производственного процесса.

4. Автоматизированная система управления процессами позволяет поддерживать необходимые режимы обработки продуктов и контролировать технологические параметры в режиме реального времени. Система повышает точность контроля и улучшает условия труда персонала,

обеспечивая высокое качество конечного продукта и снижая риски возникновения аварийных ситуаций.

5. Анализ экономической целесообразности показал, что внедрение разработанного проекта позволит значительно повысить эффективность производства и сократить сроки возврата инвестиций. Индекс рентабельности составил 1,39, а срок окупаемости проекта равен всего лишь 2,07 года. Это свидетельствует о высокой финансовой привлекательности предложенных технических решений.

Результаты демонстрируют эффективность применения методов инженерного анализа и оптимизации для технологической модернизации пищевых производств, что полностью соответствует общим тенденциям развития агропромышленного комплекса Россиию.

Научный руководитель - Швецов А.В., д.э.н., профессор.

Список литературы

1. Алтухов А.И. Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства России / А.И. Алтухов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. - №3. - С. 21-26.
2. Кононова, Н. Н. Технико-технологическая модернизация сельского хозяйства: условия и перспективы: монография / Кононова, Н. Н. // ВГАУ, - 2021. – С. 195.
3. Богданов, В.М. Оптимальные режимы пастеризации молока на пластинчатых аппаратах /В.В. Богданов, В.Г. Геймберг, В.В. Якушев // Пищевая пром-сть (молочная). – 2017. № 3 (51). – С. 20 – 23.
5. Буянова, И.В. Современные технологии замораживания и хранения молочных продуктов / И.В. Буянова, О.Н. Буянов // Переработка молока. – 2018. – Т. 126, № 4. – С. 36–38.

УДК 637.3.057

Домрачев А.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ИССССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ МОБИЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЗАБОЯ КРС С РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕЗКОЙ

Аннотация. В данной работе рассмотрены современные тенденции и проблемы внедрения мобильных линий забоя крупного рогатого скота с применением роботизированных систем резки. Проанализирована роль инновационных технологических решений в повышении производительности, снижении затрат и обеспечении санитарно-гигиенических норм в процессах убоя и первичной переработки говядины. Особое внимание уделено вопросам интеграции автоматизированных процессов и возможностей эффективного взаимодействия мобильной линии с существующими производственно-хозяйственными структурами.

Ключевые слова: автоматизация, линия забоя, крупный рогатый скот, технология, производительность.

Модернизация производственных процессов на предприятиях мясопереработки предполагает активное внедрение передовых технических решений, включая мобильные линии забоя с использованием роботизированных систем. Этот подход позволяет оптимизировать работу производств, повысить точность разделки туш, снизить временные и трудовые затраты, минимизировать ошибки операторов и улучшить санитарные показатели качества продукции. Кроме того, внедрение современных технологий способствует стандартизации процессов, увеличению объема выпуска продукции, снижению уровня отходов и повышению экологической безопасности. Использование роботизированных систем также способствует созданию более безопасных условий труда, сокращая риски травм и профессиональных заболеваний у работников. В результате рационализация и автоматизация производственных линий позволяют повысить конкурентоспособность предприятий на рынке, обеспечить стабильное качество продукции и соответствие строгим стандартам безопасности и гигиены [1, 2].

Роботизированные линии активно применяются крупными производителями мясной продукции, стремящимися оптимизировать производственные процессы и повысить рентабельность. Рассмотрим несколько конкретных примеров: 1. «Мираторг», крупнейший производитель мяса в России, применяет мобильные линии забоя с роботизированной системой разрезки, что позволяет точно определять лучшие точки разделки и сокращать количество отходов. Кроме того, автоматизация обеспечивает единообразие качества продукции, сокращает время обработки туш и снижает нагрузку на операторов, что позволяет значительно повысить эффективность производства. 2.Группа «Черкизово» использует мобильные линии марки KRAVCO, оборудованные роботизированными инструментами и камерами, способствующими точной оценке размеров и формы

туш, обеспечивая высокое качество готового продукта. Эти решения позволяют автоматизировать процессы сортировки и оценки, а также обеспечить более строгий контроль качества, что особенно важно для экспортных поставок и стандартов международных рынков. 3.Агрохолдинг «Кубаньмясо» оснащен немецким комплексом Schmolz+Bickenbach, оснащенным лазером для анализа мышечных тканей, что повышает точность операции и уменьшает объем отходов. Такой подход позволяет не только улучшить точность разделки, но и контролировать качество мяса на более глубоком уровне, что способствует повышению потребительской уверенности и конкурентоспособности продукции. Подобные решения востребованы на предприятиях масштаба заводов «Дмитрогорского» и Егорьевской птицефабрики, характеризующихся большими объемами производства и высокими требованиями к качеству выпускаемого товара. Их внедрение помогает сокращать издержки, повышать стабильность и качество продукции, а также соблюдать стандарты безопасности и гигиены.

Тем не менее, интеграция роботизированных технологий в мобильный цикл забоя сопряжена с определенными проблемами и вызовом, такими как необходимость адаптации традиционного производственного цикла к новым условиям эксплуатации, обновление нормативно-правовой базы, поддержка сотрудников новыми компетенциями и формализация гигиенических требований к таким технологиям [3].

Анализируя ключевые направления технологического обновления и разработки мобильных линий забоя крупнорогатого скота, можно выделить несколько основных проблемных областей:

1. Роботизированные линии требуют значительных финансовых вложений. Внедрение современных автоматизированных систем связано с высоким стартовым капиталом, что может затруднить их широкое распространение среди небольших и средних предприятий, особенно в регионе.

2. Высокая стоимость специализированных комплектующих и запчастей. Модульные и технологичные компоненты требуют регулярного обновления и обслуживания, их цена зачастую значительно превышает аналогичное оборудование для традиционных линий, что увеличивает операционные издержки.

3. Расходы на содержание и эксплуатацию мобильного цеха. Помимо закупки, существенными статьями расходов становятся транспортировка оборудования, его установка, настройка, техническое обслуживание и ремонт, что особенно критично в условиях частых переездов и эксплуатации в удаленных регионах.

4. Необходимость квалифицированных специалистов. Обеспечение эффективной работы роботизированных линий требует наличия обученного персонала, что порой сложно и связано с дополнительными затратами на обучение и повышение квалификации.

5. Техническая сложность и интеграция с существующими системами. Внедрение новых линий часто сопряжено с вызовами по интеграции их в существующие производственные процессы и системы управления, что требует дополнительного времени и ресурсов.

Кроме того, остается проблема несовершенства механизма субсидирования и стимулирования внедрения роботизированных линий. Большинство государственных программ поддержки ориентированы на крупные компании, что оставляет малые и средние хозяйства без необходимой поддержки. Это создает барьеры для широкого распространения современных технологий среди мелких производителей и снижает их конкурентоспособность. Для стимулирования более массового внедрения роботизированных линий необходимо расширить и сделать более доступными меры государственной поддержки, а также учитывать дополнительные расходы на переобучение и модернизацию инфраструктуры.

Перспективы мобильных линий забоя КРС с роботизированной резкой связаны с автоматизацией, цифровизацией процессов, использованием систем машинного зрения, ИИ, модулярностью и универсальностью оборудования. Инновации включают интеллектуальные системы планирования и предиктивного техобслуживания с помощью IoT. Основные проблемы — высокие капитальные затраты, недостаточная поддержка для малых и средних предприятий, сложность настройки и обучения персонала, а также ограниченная гибкость линий, что увеличивает время внедрения и риск ошибок. Для решения необходимо развитие государственных программ поддержки, стандартизация решений, обучение кадров и укрепление межотраслевого сотрудничества. Эти меры способствуют повышению эффективности, сокращению сроков запуска и снижению рисков эксплуатации.

Еще одна проблема связана с отсутствием достаточной квалификации персонала для грамотной эксплуатации роботизированных устройств. Работники часто испытывают нехватку знаний и практических навыков для правильного обращения с высокотехнологичным оборудованием, что вызывает частые поломки и потерю рабочего времени. Недостаточная подготовка также ведет к неправильной калибровке и настройке линий, что снижает качество продукции и увеличивает затраты на ремонт и техобслуживание. Кроме того, отсутствие специалистов с соответствующими навыками затрудняет быстрое устранение сбоев и внедрение новых технологий, что негативно сказывается на общей эффективности производства. Важным направлением развития является создание программ

профессионального обучения и сертификации, а также внедрение систем удаленного мониторинга и поддержки операторов для повышения их знаний и навыков работы с современными автоматизированными линиями [4].

Для успешного функционирования мобильных линий необходим соответствующий уровень развития инфраструктуры, стабильное энергоснабжение, доступность ремонтных сервисов и надежное транспортное сообщение. Недостаточность инфраструктуры существенно замедляет развертывание и снижает стабильность работы линий. В регионах с плохо развитой дорогой сетью, отсутствием современных электросетей и логистических центров возникают задержки в поставках материалов и запчастей, что увеличивает время простоя и затраты на обслуживание. Также недостаточная инфраструктура затрудняет быструю транспортировку оборудования, ведет к повышенным логистическим издержкам и снижает оперативность реагирования на аварийные ситуации. Внедрение современных транспортных решений, развитие дорожной сети, расширение электроснабжающей системы и создание региональных логистических центров являются ключевыми направлениями для повышения эффективности и надежности работы мобильных линий.

Организация производственного процесса на основе роботизированных линий требует переосмысления традиционных подходов к управлению предприятием. Новая техника диктует новые правила организации рабочих мест, изменения штатного расписания и перераспределение обязанностей среди сотрудников. Переход к автоматизации влечет серьезные организационные изменения, которые включают необходимость формирования профессиональных команд, переподготовку и обучение сотрудников, реорганизацию цехов и рабочих помещений. Важны также внедрение систем контроля и мониторинга работы линий, развитие гибких кадровых стратегий и создание условий для повышения мотивации персонала. Эффективное управление требует внедрения новых стандартов работы, расширения функций технического обслуживания, а также активного внедрения автоматизированных систем управления производством для повышения общей эффективности и снижения операционных рисков [5].

Таким образом, внедрение роботизированных мобильных линий забоя значительно повысит эффективность работы, увеличит объемы производства качественной продукции и укрепить отечественный рынок мясопереработки.

Научный руководитель-Швецов А.В. д. э. н, профессор

Список литературы

1. Исаев Ю.Г. Перспективы применения мобильных линий забоя КРС с роботизированной резкой / Ю.Г. Исаев // Агротехника и ветеринария XXI века - 2023.- № 3. - С. 34-39.
2. Фильченков А.В. ИННОВАЦИИ В МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ /А.В. Фильченков, О.А. Кувшинова // E-Scio. - 2022. - №11 (74). - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-myasopererabatyvayuschey-promyshlennosti
3. Горшенин Б.Л. Автоматизация мясоперерабатывающей промышленности: состояние и перспективы / Б.Л. Горшенин // Мясная индустрия. - 2022. -№ 2. -С. 27-32.
4. Андреев Е.А. Оптимизация процессов забоя и первичной переработки мяса КРС в условиях цифровизации / Е.А. Андреев // Российский журнал ветеринарии и зоотехнии. - 2021. - № 4. - С. 45-50.
5. Володин А.Ю. Анализ экономических эффектов роботизации в мясоперерабатывающей индустрии / А.Ю. Володин // Экономические аспекты развития АПК. - 2022.- № 1. - С. 61-66.

УДК 637.3.057

Максимов Д.Е.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ СИСТЕМЫ С МГНОВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ МОЛОКА

Аннотация: Данная статья посвящена вопросам использования роботизированных доильных систем с мгновенным охлаждением молока на специализированных молочных предприятиях. Рассматриваются основные преимущества автоматизации доильного процесса, включая снижение нагрузки на работников фермы, улучшение состояния здоровья животных и повышение качества производимого молока.

Ключевые слова: автоматизация, доильный аппарат, молоко, доение, вакуум, робот, ферма, труд, доение, молочное животноводство, техническое обслуживание.

На сегодняшний день доильные аппараты играют ключевую роль в молочном производстве, обеспечивая автоматизацию процесса доения и улучшая гигиеничность. Современные модели

включают вакуумные, пневматические и автоматические системы. Вакуумные устройства создают постоянный вакуум для надежного сцепления, пневматические регулируют пульсацию воздуха, а автоматические могут сами отключать и снимать стаканы. Механические устройства для доения активно используются как в крупных, так и в мелких предприятиях. Благодаря удобству, существенному улучшению производительности труда и облегчению работы, они пользуются крайне большим спросом во всем мире. Ключевой механизм работы – это доильная установка.

В устройство для доения входит ряд компонентов, таких как вакуумный насос с электроприводом, ресивер, регулятор давления, трубопроводная система и доильное устройство, которое может быть представлено в одном, двух или более экземплярах. Принцип работы всех типов установок, будь то промышленные или бытовые, базируется на применение вакуума. Вакуум создается посредством насоса, который может иметь мембранную, роторную, центробежную или поршневую форму. Пульсатор регулирует подачу вакуума в различные камеры стаканов, обеспечивая правильное чередование рабочих циклов [1].

Доильные аппараты трехконтактного типа – это устройства, обеспечивающие мягкое и эффективное доение. Они работают в три этапа: сжатие, доение и отдых. Такой цикл позволяет минимизировать нагрузку на вымя, улучшая комфорт животного и повышая качество молока. Эти аппараты часто используются в современных фермерских хозяйствах благодаря своей эффективности и бережному отношению к животным.

Доильные аппараты двухконтактного типа представляют собой оборудование, которое осуществляет процесс доения в два основных этапа: сжатие и доение. Этот тип аппаратов отличается более простой конструкцией, что делает их доступными по цене и легкими в эксплуатации. Во время работы такие устройства сначала создают вакуум, который сжимает вымя, а затем происходит непосредственно процесс извлечения молока.

Преимуществом двухтактных аппаратов является их экономичность и минимальные требования к обслуживанию. Это особенно важно для небольших фермерских хозяйств, где не требуется высокая производительность и акцент делается на простоту и надежность оборудования. Однако из-за отсутствия третьей фазы - фазы отдыха - необходимо уделять больше внимания состоянию вымени животных, так как постоянное сжатие может увеличить нагрузку на соски.

Двухтактные доильные аппараты широко используются в небольших фермах, где важны не только экономия средств, но и простота эксплуатации оборудования. Благодаря своей надежности и доступности, они остаются популярным выбором среди фермеров, которые стремятся поддерживать производство молока на стабильном уровне без значительных затрат.

Передвижные доильные установки – это мобильные устройства, предназначенные для доения коров или коз в различных местах фермы. Они легко транспортируются, позволяют доить животное прямо в стойле или на пастбище, что повышает гибкость и эффективность работы. Такие установки особенно удобны для малых хозяйств и фермеров, которым важно экономить время и ресурсы, обеспечивая при этом высокое качество доения.

Эти установки оснащены колесами и могут легко перемещаться между различными участками фермы или даже между фермами. Они предлагают те же функции, что и стационарные системы, включая автоматическое регулирование пульсации и отсоединение стаканов. Передвижные установки обеспечивают эффективное и гигиеничное доение, уменьшая трудозатраты и увеличивая производительность, при этом не требуют постоянного монтажа на одном месте.

Несмотря на высокую стоимость, они обеспечивают комфорт для скота, гибкость графика доения и рост продуктивности, являясь перспективной альтернативой традиционным методам.

Современные аппараты не только доят, но и анализируют молоко, предоставляя данные о здоровье и поведении каждой коровы.

Автоматизация минимизирует контакт молока с воздухом, а индивидуальные комплекты доильных стаканов снижают риск заболеваний вымени.

Роботы обеспечивают более спокойную обстановку, повышая надои и оптимизируя процесс доения за счет возможности самостоятельного посещения робота коровой, а также позволяют автоматизировать процессы доения, мониторинга здоровья стада и качества молока, работая как на малых, так и на крупных фермах, с минимальным участием человека [3].

Стационарные доильные установки, используемые в стойлах, предназначены для работы в условиях стойла, лагеря или пастбища. В таких установках молоко собирается в ведра или молокопровод, а затем направляется на первичную обработку, включающую очистку и охлаждение, после чего его временно хранят. Основное преимущество таких систем заключается в том, что животных не нужно перемещать к месту доения, что упрощает доступ и работу с ними [2].

Доильный робот DairyRobot R9500 GEA (рис.1) автоматически следит за высочайшим качеством молока, а также за идеальным состоянием сосков. Современный, функциональный дизайн, большой сенсорный экран, а также образцовая эргономика доильного робота облегчают контроль за доением, в то время как ручные функции позволяют работать с коровами, которым требуется особое внимание. Одновременно DairyRobot R9500 раскрывает индивидуальную концепцию для

максимальной эффективности труда, т.к. очень компактное доильное место без проблем встраивается в любой проект коровника [1].

Рисунок 1 - Доильный робот DairyRobot R9500 GEA

На рисунке 1 представлен модуль доильного места в DairyRobot 9500, который работает автономно 24 часа в сутки. При этом роботом выполняются следующие операции: подсоединение доильного стакана, стимуляция, чистка, сушка, предварительное сдаивание, доение и последующая обработка выполняются индивидуально для каждой четверти и быстро за одну операцию. Стабильная рутина, выполняемая в доильном стакане, является основой высокого качества молока.

DairyRobot R9500 предоставляет инновационные функции на большом сенсорном экране. Из Live-режима, который показывает все процессы в реальном времени, а также без проблем можно перейти в режим управления всеми параметрами доения. Интуитивно понятное меню делает управления простым, наглядным и понятным. Доильный робот DairyRobot R9500 дает следующую возможность: подключить к одному модулю обеспечения до трех боксов. Так, на три бокса используется один вакуумный насос, компрессор, трубопровод для молока и молозива, а также подключение к танку осуществляется только один раз. Мультибоксовая конфигурация повышает эффективность, делает систему проще и снижает расход воды и электроэнергии. Данный доильный аппарат используется как в небольших молочных предприятиях, так и на крупны.

Рассмотрим одну из популярных моделей - «Фермер-2» производства российского предприятия ООО «Автоматизированные системы» (рис. 2) - это отечественный автоматизированный доильный аппарат, предназначенный для механизации процесса дойки коров и повышения эффективности производства молока на фермах.

Рисунок 2 - Доильный аппарат Фермер-2

Аппарат применяется для автоматизации процедуры доения крупного рогатого скота на частных хозяйствах, небольших фермах и специализированных животноводческих комплексах средней величины [3]. Данный доильный аппарат используется преимущественно на средних

предприятиях, где имеется потребность в повышении объемов производства молока и снижении издержек на содержание персонала. Для мелких фермерских хозяйств покупка подобного оборудования экономически оправдана лишь при наличии достаточного поголовья животных.

Функциональные способности доильного аппарата «Фермер-2»:

1. Автоматическое подключение и отключение вакуумных стаканов в зависимости от состояния потока молока («старт-стоп»);

2. Контроль качества молока посредством встроенных датчиков и отсортировка продукта при обнаружении отклонений;

3. Регулировка уровня вакуума индивидуально для каждой коровы;

4. Интеграция с системами учета удоя и контроля здоровья животных;

5. Возможность дистанционного управления через мобильное приложение.

Таким образом, роботизированные доильные системы представляют собой инновационное решение в молочном животноводстве, позволяющее значительно повысить эффективность производства молока, снизить нагрузку на персонал и улучшить условия содержания животных. Эти технологии обеспечивают автоматизацию процесса дойки, контроль над состоянием здоровья коров и оптимизацию управления стадом. Автоматизация процессов также способствует повышению качества молока благодаря точной дозировке корма и контролю над санитарными условиями.

Научный руководитель - Швецов А.В, д.э.н., профессор

Список литературы

1. Григорьев, Д. А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д. А. Григорьев, К. В. Король// - Гродно: ГГАУ, - 2017. - 216 с.
2. Цой, Ю. А. Функционально-стоимостной анализ роботизированных систем и выбор альтернативных вариантов добровольного доения коров / Ю. А. Цой, В. В. Кирсанов, А. П. Петренко // Техника и оборудование для села. - 2014. - № 8 (206). - С. 33-36.
3. Тяпугин, Е. А. Особенности роботизированной технологии доения высокопродуктивных коров на современных комплексах / Е. А. Тяпугин, С. Е. Тяпугин, В. К. Углин, В. Е. Никифоров // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - № 2. - С. 57-58.
4. Филиппова, О. Б. К проблеме выбраковки коров по степени пригодности к машинному доению / О. Б. Филиппова, Е. И. Кийко // Главный зоотехник. - 2013. - № 5.- С. 14-17.

УДК 637.3.057

Домрачев А.С.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Статья посвящена изучению особенностей и перспектив развития сельскохозяйственного производства с упором на технический прогресс. Исследуются основные факторы, определяющие динамику аграрного сектора, включая изменение технологий обработки земли, автоматизацию процессов и цифровизацию управления производством. Рассмотрены преимущества внедрения беспилотных тракторов, дронов, точного земледелия и интеллектуальных систем мониторинга полей. Обозначены проблемы, связанные с доступностью высоких технологий для мелких и средних хозяйств, недостатком квалификации персонала и необходимыми инвестициями. Выделяются приоритеты государственной поддержки технологического обновления аграрного сектора и возможности интеграции цифровых решений в повседневную деятельность ферм.

Ключевые слова: технологическое оснащение, механизация труда, автоматизация процессов, инновационные технологии, роботизация, беспилотники.

Сельское хозяйство, являясь жизненно важной отраслью экономики, обладает рядом специфических черт, обусловленных комплексным взаимодействием технико-технологических, социально-экономических и естественно-биологических процессов. В современных условиях глобализации, изменения климата и растущего населения планеты, вопросы устойчивого и эффективного развития сельского хозяйства приобретают особую актуальность. Основные факторы, определяющие особенность сельскохозяйственного производства, являются технологический прогресс, внедряющий инновационных технологий, автоматизация и роботизация, которая повышает эффективность производства; цифровизация включая спутниковый мониторинг, обеспечивает

оперативное управление и оптимизацию производственных процессов; развитие современной транспортной, и перерабатывающей инфраструктуры [1].

Развитие сельского хозяйства в современных условиях невозможно представить без внедрения инновационных технологий, позволяющих значительно повысить эффективность производства и снизить риски, обусловленные природными факторами. Среди ключевых направлений выделяются точные агротехнологические автоматизированные процессы и применение биологической науки [2].

Точное земледелие (precision agriculture) базируется на комплексном использовании GPS-навигации, дистанционного зондирования, датчиков мониторинга почвы и растений, а также программного обеспечения для анализа больших данных. Это позволяет дифференцированно вносить удобрения и средства защиты растений, оптимизировать полив, прогнозировать урожайность и своевременно реагировать на стрессовые факторы. Например, с помощью дронов и спутниковых снимков аграрии получают актуальные карты состояния посевов, выявляют очаги заболеваний или дефицита питательных веществ ещё до того, как они станут заметны визуально.

Автоматизация процессов охватывает как полевые работы (самоходные комбайны, посевные комплексы с автопилотом), так и управление микроклиматом в теплицах, сортировку и упаковку продукции, учёт ресурсов. Роботизированные системы снижают трудозатраты, уменьшают влияние человеческого фактора и повышают точность операций. Внедрение интернета вещей (IoT) даёт возможность в режиме реального времени контролировать влажность, температуру, уровень CO_2 и другие параметры, корректируя их без участия оператора.

Использование цифровых технологий и интеллектуальных систем управления полевыми работами, включая спутниковые данные, датчики влажности почвы и специализированное оборудование, позволяет оптимизировать полив, внесение удобрений и обработку почвы именно там, где это действительно необходимо. Такой подход позволяет сократить затраты ресурсов. Активное внедрение автоматизированных тракторов, роботов-комбайнов и дронов позволяет фермерам минимизировать участие человеческого труда в производственных процессах. Беспилотники способны быстро оценивать состояние посевов, обнаруживать болезни и своевременно реагировать на изменения условий окружающей среды. Это повышает качество урожая.

Развитие многоярусных теплиц и вертикальных ферм позволяет выращивать сельскохозяйственные культуры в городских условиях и, обеспечивая свежей продукцией население мегаполисов.

Использование ИИ позволяет повысить эффективность управления сельскохозяйственным производством. Это направление предполагает использование цифровых технологий и интеллектуальных систем управления полевыми работами. Например, благодаря спутниковым картографическим данным и специализированному оборудованию удается оптимизировать полив, внесение удобрений и обработку почвы именно там, где это действительно необходимо. Такой подход позволяет сократить затраты ресурсов и минимизировать экологический ущерб.

Активное внедрение автоматизированных тракторов, роботов-комбайнов и дронов позволяет фермерам минимизировать участие человеческого труда в производственных процессах. Беспилотники способны быстро оценивать состояние посевов, обнаруживать болезни и своевременно реагировать на изменения условий окружающей среды. Это повышает качество урожая и снижает издержки.

Поэтому сельское хозяйство движется по пути технологического прогресса, направленного на повышение устойчивости и эффективности производства [3]. Современные технологии открывают новые горизонты для преодоления классических ограничений традиционного земледелия. Наиболее значимыми направлениями будущего становятся: расширенное развитие и современной технологий точного земледелия, включая использование искусственного интеллекта и машинного обучения, позволит оптимизировать использование ресурсов и повысить урожайность; широкое внедрение датчиков, спутниковых картографий и геоинформационных систем; расширение использования беспилотных летательных аппаратов (дронов) для мониторинга посевов, внесения удобрений и средств защиты растений позволит снизить затраты и повысить эффективность производственных процессов; высокотехнологичное оборудование и инфраструктура и сложность интегрирования инновационных решений в крупные хозяйства обусловлена разнообразием культивируемых культур и потребностью в синхронизации множества параллельно идущих процессов [4].

Перспективы развития сельскохозяйственного производства во многом связаны с активным внедрением инновационных технологий, позволяющих решать накопившиеся проблемы и преодолевать существующие ограничения. Одной из главных тенденций является развитие цифрового земледелия, предполагающее широкий спектр технических решений, начиная от спутникового мониторинга полей и заканчивая применением беспилотных летательных аппаратов для внесения удобрений и борьбы с вредителями. Подобные технологии позволяют экономить ресурсы, повышать урожайность и уменьшать негативное воздействие на окружающую среду.

Развитие аграрного сектора сопряжено с массированным внедрением новых технологий, которые обещают кардинальные перемены в структуре сельского хозяйства. Тем не менее, эти процессы развиваются медленно, сталкиваясь с финансовыми барьерами, нехваткой специалистов и сопротивлением части общественности. Важно отметить и необходимость адаптации существующих технологий к различным климатическим зонам и типам почв. Только последовательное внедрение эффективных и безопасных технологий позволит выйти на новый этап развития и удовлетворить растущие запросы мировой экономики в качественном и доступном продовольствии. Существующие инновационные технологии, несмотря на значительный потенциал, пока не способны кардинально трансформировать сложившуюся модель сельскохозяйственного производства. Поэтому эффективное управление аграрным сектором требует обязательного учёта биологических закономерностей роста растений и развития животных без нарушения естественных циклов. Необходимо достижение оптимального баланса между экономической эффективностью производства и экологическими требованиями к использованию природных ресурсов. Требуется разработка и внедрение систем устойчивого земледелия, основанных на принципах органического земледелия, агроэкологии и интегрированной защиты растений.

Особенности и перспективы развития сельскохозяйственного производства определяются рядом ключевых условий, обеспечивающих устойчивость и долгосрочную эффективность отрасли. Важнейшими факторами являются внедрение современных технологий, эффективное использование земельных ресурсов и адаптация к внешним рискам, таким как природные катаклизмы и нестабильность рынка.

Роль современных технологий в аграрном секторе приобретает решающее значение и охватывает несколько ключевых направлений: использование GPS-навигации и ГИС-технологий для дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений; мониторинг состояния посевов с помощью дронов и спутниковых систем; применение датчиков для контроля влажности, температуры и состава почвы в режиме реального времени.

Одним из приоритетных направлений становится модернизация агротехнических процессов, позволяющая повысить урожайность и качество продукции. Использование инновационных методов способствует снижению затрат и повышению производительности труда. В частности, необходимо развивать технологии точного земледелия, которые позволяют оптимизировать использование ресурсов и снизить затраты. Точное земледелие является современным системным подходом к управлению сельскохозяйственным производством. Он основан на детальном анализе данных и дифференцированном воздействии на отдельные участки поля с учётом их индивидуальных характеристик, где его главная цель - максимизация урожайности и качества продукции при одновременном снижении расхода ресурсов и минимизации экологического воздействия. В основе технологии лежат высокотехнологичные инструменты: системы глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС) с точностью до 1-2 см, геоинформационные системы (ГИС) для создания электронных карт полей, сеть датчиков и сенсоров для оперативного сбора данных о почве и растениях, спутниковые системы и дроны для дистанционного мониторинга. ГИС позволяют анализировать состояние почвы, растительности и климатических условий, формируя подробные почвенные карты и карты урожайности. Датчики измеряют ключевые параметры - влажность, температуру [5].

Важную роль играют автоматизированная сельхозтехника и аналитические платформы. Тракторы и комбайны с автопилотами, сеялки с функцией отключения высева на обработанных участках, опрыскиватели с селективным нанесением средств защиты растений - всё это повышает точность операций и снижает потери. Программное обеспечение (Farm Management Software, FMS) и алгоритмы машинного обучения позволяют обрабатывать большие массивы данных, прогнозировать урожайность, оптимизировать сроки работ и расход ресурсов. Облачные сервисы обеспечивают хранение, и анализ информации в режиме реального времени.

Перспективы развития связаны с дальнейшей цифровизацией и автоматизацией. Внедрение искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT) позволит создавать «умные поля» с автономным управлением ресурсами. Вертикальное земледелие и гидропонные системы расширят возможности выращивания культур в урбанизированных зонах. Роботизация приведёт к появлению беспилотных агрегатов для круглосуточной работы, а цифровые двойники полей дадут возможность моделировать сценарии развития посевов и прогнозировать риски.

Одним из значимых факторов перспективного развития сельского хозяйства выступает совершенствование качества человеческого капитала. Грамотная подготовка квалифицированных специалистов, владеющих актуальными знаниями и навыками управления агропредприятиями, напрямую влияет на эффективность использования ресурсов и успешное внедрение инновационных технологий. В условиях активной цифровизации отрасли особую ценность приобретают кадры, способные работать с современными инструментами: геоинформационными системами, сенсорными сетями, аналитическими платформами, автоматизированной сельскохозяйственной техникой. Такие специалисты должны свободно ориентироваться в принципах точного земледелия, методах

дистанционного мониторинга, алгоритмах машинного обучения для прогнозирования урожайности и оптимизации производственных процессов, понимать основы экологической безопасности и ресурсосбережения [6].

Для удовлетворения растущего спроса на подобные компетенции требуется системная разработка образовательных программ, которые будут учитывать текущие тенденции и реальные потребности аграрного сектора. Подобные программы целесообразно насыщать практико-ориентированным содержанием: изучением цифровых инструментов управления производством, освоением методов анализа больших данных для принятия управленческих решений, работой с GPS/ГЛОНАСС-навигацией, беспилотными летательными аппаратами и спутниковыми системами, знакомством с принципами автоматизации и роботизации полевых операций. Не менее важно интегрировать в обучение практический опыт - организовывать стажировки на передовых агропредприятиях, обеспечивать доступ к реальному оборудованию, вовлекать слушателей в пилотные проекты по внедрению инноваций. Параллельно необходимо развивать систему дополнительного профессионального образования для действующих специалистов: проводить краткосрочные курсы, вебинары и мастер-классы по актуальным направлениям, таким как точное земледелие, интернет вещей в сельском хозяйстве, блокчейн в логистических цепочках и другим современным технологиям [7].

Таким образом, устойчивое развитие сельского хозяйства предполагает комплексное решение экономических, социальных и экологических вопросов, направленных на обеспечение продовольственной безопасности страны и повышение благосостояния населения. Это подразумевает сбалансированный подход, при котором рост производства не вступает в противоречие с сохранением природных ресурсов и социальной стабильностью в сельских территориях.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Воронин Б.А. Аграрная правовая наука России /Б. А. Воронин //Аграрное и земельное право. - 2005. - № 1. - С. 21-26.
2. Воронин Б. А. Государственная политика в аграрной сфере Российской Федерации /Б. А. Воронин Н. Б. Фатеева // Аграрный вестник Урала. - 2014. - № 7 (125). - С. 84-87.
3. Воронин Б. А. Новые концептуальные основы обеспечения устойчивости аграрного производства /Б. А. Воронин, Р. А. Ханнанов, Т. Р. Ханнанова // Аграрный вестник Урала. - 2012. № 6 (98). - С. 81-89.
4. Донник И. М. Направления развития аграрной экономики в современной России /И. М. Донник, Б. А. Воронин // Аграрное и земельное право. - 2015- № 11 (141). - С. 62-65.
5. Коптева Л.А. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК И МОДЕЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ / Л.А. Коптева, А.В. Игишев // ЭТАП. - 2024. - №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-primeneniya-innovatsionnyh-razrabotok-i-modeley-na-razvitie-agropromyshlennogo-kompleksa-rossiyskoy-federatsii
6. Годин В. В. Сельское хозяйство в цифровую эпоху: вызовы и решения / В. В. Годин, М. Н. Белоусова, В. А. Белоусов, А. Е. Терехова // E-Management. - 2020. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/selskoe-hozyaystvo-v-tsifrovuyu-epohu-vyzovy-i-resheniya
7. Загайтов И. Б. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства / И. Б. Загайтов.- М.: Экономика, - 2014. - 239.

УДК 637.3.057

Зайцева И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы развития агроинженерной науки с учетом необходимости обеспечения продовольственной безопасности государства. Обоснованы приоритетные направления исследований в области аграрной инженерии, а также сущность конкурентоспособности сельского хозяйства развитых стран, которая была определена его способностью интенсивного внедрения инноваций в технологии.

Ключевые слова: сельское хозяйство, агроинженерная наука, энергетические ресурсы, сельскохозяйственное производство, агрохолдинг.

В процессе развития аграрного производства задачи и приоритеты агроинженерных исследований менялись вместе с основными тенденциями развития общества. Основное внимание в исследованиях по проблемам сельского хозяйства уделялось вопросам увеличения объемов

производства продукции, а объектами исследований были урожайность и продуктивность животных при относительно управляемых условиях производства. Концепции и модели исследований существенно изменились, когда возникла проблема сохранения плодородия почв и уменьшение техногенной нагрузки на окружающую среду. Рост стоимости материально-технических ресурсов, истощение сырьевой базы не возобновляемых энергетических ресурсов, снижение плодородия почв, потепление климата, необходимость борьбы с бедностью населения в мире обусловливают дальнейшее расширение области инженерного исследования. В настоящее время агроинженерная наука становится одним из системных инструментов решения локальных и глобальных задач во всех странах мира. В области технологических инноваций происходят кардинальные изменения, которые динамично развиваются. В то время, когда производители и государство. Для увеличения прибыли и повышения конкурентоспособности необходимо развивать и применять новые знания и технологии, являющиеся двигателями современного экономического развития. Конкурентоспособные компании, развивают свои научные школы путем применения информационных технологий в образовании, распространении и применении знаний [1].

Полагаться на традиционные способы производства и поставки существующих продуктов, соответствующих современным стандартам качества, уже недостаточно для успешного ведения экономики. Появление новых знаний и технологических инноваций, как ключевых факторов экономического развития становятся в центре внимания мирового сообщества. Сущность рыночной устойчивости сельского хозяйства определяется его уникальной способностью, интенсивного внедрения технологий, которые повседневно применяются.

Современный этап развития агроинженерии требует не только генерации новых фундаментальных знаний, но и формирования концепции эффективного взаимодействия науки с промышленным сектором, вне зависимости от их масштабности, но и новая концепция эффективного, сельскохозяйственным производством и властью. В условиях рыночной экономики результативность науки тесно связана с его финансированием. С усложнением, исследовательских задач и проектов растет не только потребность в средствах для выполнения этих работ, но резко возрастают требования к профессионализму и интеллектуальному, потенциалу ученых. Задачи развития аграрного производства, обусловливают необходимость повышения образовательного уровня агроинженерного корпуса, постоянного развития профессионализма инженеров и ученых, участия их в национальных, и международных инженерных обществах, то есть развития и эффективного функционирования всей агроинженерной системы. Создание современного машиностроения, агропромышленного комплекса основывается в первую очередь на конкурентоспособной науке [2].

В условиях зрелого рынка ценовая конкуренция уступает место качественным и структурным методам борьбы за потребителя. Необходимо добиваться, структурных улучшений, выпускать на рынок новые типы машин. К инновациям консалтингового сопровождения и сервиса агрохолдинги сегодня выдвигают, такие же требования, как и аграрные производители в развитых странах. Решение этих проблем не может ограничиваться только созданием комплексных программ и усилением контроля, за деятельностью академических учреждений, их научных подразделений и ученых. Необходимо выработать общие и четкие теоретически обоснованные программы исследований по проблемам, выделенных в качестве приоритетных и значимых для науки и агропромышленного комплекса страны.

С целью повышения эффективности результатов исследований принципиально важно, чтобы исследования были ориентированы на результат. Повышение результативности, научных изысканий может быть достигнуто за счёт, реализации инновационных стратегий развития, разработанных в международных центрах. Ограничение распространения результатов исследований связано с двумя проблемами. Не все исследователи публикуют результаты своих исследований и вторая проблема - низкая эффективность обмена информацией между исследователями, решающими аналогичные задачи.

Развитие связей между учеными требует дополнительных средств, для решения конкретных задач, так как маловероятно ожидать, что все они будут иметь время и опыт для создания эффективных коммуникационных систем. Вопрос координационной деятельности и интеграции ученых и аграрных инженеров особенно актуален для перспективного планирования агроинженерных исследований. Аграрные инженеры как в индустриально развитых странах, так и в ряде развивающихся стран объединены в высокоорганизованные региональные, национальные и международные сообщества, в соответствии с их профессиональными интересами. Внутри этих сообществ поддерживается интенсивный обмен информацией, опытом работы, обосновываются перспективные области исследований. Такие сообщества и представляют собой структуры, где взаимодействие между учеными и специалистами происходит как в вертикальных, так и в горизонтальных направлениях. Это ускоряет реализацию фундаментальных разработок в прикладные направления агроинженерии, например, биотехнологии, технологии точного земледелия и прочее.

В мире современных технологий большой результативностью пользуются нанотехнологии, как одна из ключевых направлений развития сельского хозяйства. Нанотехнологии, известные своими преобразовательными возможностями, включают в себя все, от улучшения урожайности и качества продукции до более эффективного использования ресурсов и управления окружающей средой. Нанотехнологии могут быть использованы в самых различных сферах сельского хозяйства, а именно: мониторинг здоровья животных и птицы, где наносенсоры могут быть использованы для отслеживания здоровья в реальном времени, что может помочь предотвратить болезни и улучшить производительность. В управлении кормлением сельскохозяйственных животных и птиц, где нанотехнологии служат базой для создания «умных» систем кормления, которые автоматически адаптируются к потребностям каждого животного, что может помочь улучшить их здоровье и продуктивность. Для улучшения процесса доения КРС, где наноматериалы обеспечивают разработку более долговечного и соответствующего санитарно-гигиеническим нормам для доения, что может помочь улучшить эффективность процесса и уменьшить риск инфекций. В улучшении качества продуктов животноводства - наночастицы используются для обнаружения и устранения патогенов в молоке и мясе, что помогает улучшить его качество и безопасность. В сохранении окружающей среды, где нанотехнологии обеспечивают разработку более эффективных систем обработки отходов, что может помочь сократить воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду. Так же наноматериалы могут помочь улучшить качество почвы, увеличить ее плодородие и устойчивость к болезням и т.д. [3].

Наряду с нанотехнологиями, ключевым вектором развития современных агроинженерных исследований является внедрение концепции «Индустрии 4.0» в сельское хозяйство, что подразумевает переход от механизации к полной интеллектуализации производственных процессов. Интернет вещей и датчиковые сети: Современные инженерые решения позволяют создавать распределенные сети датчиков, которые в реальном времени собирают данные о состоянии почв, уровне влажности и фазах развития растений. Интеграция этих данных в единые системы управления позволяют агрономам принимать решения на основе точных цифр, а не эмпирических предположений, что сокращает 20% операционные расходы на 15-20% [4].

Беспилотные авиационные системы: использование дронов в агроиженерии вышло за рамки простого мониторинга. Современные беспилотники оснащаются мультиспектральными камерами для анализа индекса вегетации и системами ультрамалообъёмного опрыкивания. Это позволяет проводить точечную обработку очагов сорняков или вредителей, снижая химическую нагрузку на почву. Актуальность использования «беспилотных летательных средств и для сельского хозяйства России» - очевидна, страна «с обширной территорией и большими посевными площадями», где «мониторинг сельхозугодий зачастую является трудной задачей». Поэтому «применение БПЛА в сельском хозяйстве имеет огромный потенциал, и с каждым годом интерес к их использованию растет. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве является инновацией для России, в первую очередь, при реализации задач точного земледелия. «Беспилотники» оснащаются разнообразными датчиками, в том числе мультиспектральными камерами, высокая четкость изображения которых позволяет точно определять проблемные участки поля, системами спутниковой навигации, малогабаритными бортовыми компьютерами и оборудованием для внесения химикатов и т.д.». «Благодаря развитию технологий, БПЛА будут активно проникать во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и сельское хозяйство, значительно увеличивая производительность труда и снижая издержки производства» [5].

Роботизированные технические комплексы: исследования в области автономных тяговых машин ведут к замене традиционных тракторов беспилотными модульными платформами. Такие машины способны работать в режиме 24/7, обеспечивая идеальную точность прохода по междурядьям и минимизируя уплотнение почвы за счет оптимизации веса и траектории движения.

Технологии больших данных и ИИ - это накопление огромных массивов данных о погодных условиях, составе почв и урожайности прошлых лет требует применения алгоритмов машинного обучения. Агроинженерные исследования сегодня направлены на создание предиктивных моделей, которые могут предсказать вероятность возникновения эпифитотий или определить оптимальное время для начала уборки урожая с точностью до нескольких часов.

Перспективы биоэнергетики в агроинженерном комплексе. Важным направлением исследований остается обеспечение энергетической автономности сельхозпредприятий. В условиях роста цен на традиционные энергоносители, агроинженерия фокусируется на технологиях переработки органических отходов в биогаз и твердое топливо. Создание высокоэффективных биогазовых установок позволяет решать одновременно две задачи: утилизацию отходов животноводства и получение дешевой тепловой и электрической энергии [6].

Таким образом, нанотехнологии могут играть значительную роль в модернизации сельского хозяйства и улучшении его эффективности и устойчивости. Однако как и в любой другой области, необходимо тщательно изучать возможные риски и последствия применения этих технологий.

Научный руководитель - Швецова Н.К., к.э.н, доцент

Список литературы

1. Бобрович, Л.В. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: учебное пособие / Л.В. Бобрович.- Санкт - Петербург: Издательство СПбГАУ, - 2019.
2. Курбатова, Г.И. Современные проблемы науки и производства в агроинженери: учебное пособие /. Г.И. Курбатова. - Санкт- Петербург: Издательство СПбГАУ, - 2019.
3. Ткачева А.Р. Аспект развития нанотехнологий в сельском хозяйстве / А.Р. Ткачева, Е.А. Гречихина, Ю.С. Скотар // Физика и современные технологии в АПК: материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием, Орел, 19 февраля 2020 года. Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», - 2020. - С. 207-209. - EDN CALZTK.
4. Чешев А.С. «Сельское хозяйство 4.0»: содержательное наполнение и концептуальные элементы / А.С. Чешев, В.Л. Меленкин // Экономика и экология территориальных образований. - 2023. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/selskoe-hozyaystvo-4-0-soderzhatelnoe-napolnenie-i-kontseptualnye-elementy
5. Зубарев Ю.Н. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Ю.Н. Зубарев, Д.С. Фомин, А.Н. Чащин, М.В. Заболотнова // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. - 2019. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskom-hozyai-stve
6. Усенко Л.Н. Тенденции развития и цифровой трансформации сельскохозяйственного производства / Л.Н. Усенко // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2023. - Т. 240, № 2. - С. 436-459. - DOI 10.38197/2072-2060-2023-240-2-436-459. - EDN IZKPUT.

УДК 637.3.057

Киселев А.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ.

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, включая автоматизацию процессов, предиктивное моделирование и машинное обучение. Приводятся примеры технологий, их преимущества и влияние на производительность и устойчивое развитие агросектора.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация, предиктивное моделирование, машинное обучение, сельское хозяйство.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой область компьютерных наук, сосредоточенную на создании систем, способных выполнять задачи, требующие интеллектуального подхода, такие как восприятие, обучение, планирование и принятие решений. В современном мире ИИ становится неотъемлемой частью различных отраслей, включая здравоохранение, финансы и, в частности, сельское хозяйство. Значимость ИИ в аграрном секторе экономики обусловлена его способностью оптимизировать процессы, повышать эффективность и обеспечивать устойчивое развитие, что особенно актуально в условиях растущего населения и изменения климата.

Искусственный интеллект основан на том, чтобы машина могла легко имитировать и выполнять задачи, от самых простых до самых сложных. Цели искусственного интеллекта включают обучение, рассуждение и восприятие. ИИ оказывает огромное влияние на все отрасли промышленности. Все отрасли стремятся автоматизировать определенные виды работ за счет использования умного оборудования.

Текущие тенденции в сельском хозяйстве демонстрируют переход к более высокотехнологичным методам ведения сельского хозяйства. С увеличением доступности данных и мощных вычислительных ресурсов, агрономы и фермеры начинают использовать аналитические инструменты для принятия более обоснованных решений. Внедрение ИИ в агросектор открывает новые горизонты для автоматизации процессов, предиктивного моделирования и машинного обучения, что позволяет значительно повысить производительность и устойчивость сельского хозяйства, при котором различного вида технологии вводятся для уменьшения человеческого труда. В сельском хозяйстве автоматизация направлена на рационализацию производственных процессов, что формирует возможность всем работникам акцентировать свое внимание на стратегии развития компании [1].

Ожидается, что к 2050 году население мира достигнет более девяти миллиардов человек, что потребует увеличения сельскохозяйственного производства на 70% для удовлетворения спроса. По мере увеличения населения мира за счет земли, воды и ресурсов становится недостаточно для продолжения цепочки спроса и предложения. Поэтому нам нужно быть более разумными и

эффективными в том, как мы занимаемся сельским хозяйством, и мы можем быть более продуктивными.

Автоматизированные системы выполняют ряд работ более эффективно, чем человек. При этом человеческие ресурсы можно сконцентрировать на наиболее быстром решении иных задач, уменьшение расходов, в первую очередь связанных с оплатой труда. Роботы и иные системы способны заменить работников, что снижает потребность в них. Учитывая усугубляющуюся проблему дефицита кадров, автоматизация становится жизненно важной совершенствование качества сельскохозяйственных товаров. Автоматизированные системы допускают меньшее количество ошибок, чем человек, потому итоговая продукция создается на более высоком уровне, при этом расходы, связанные с потерями, минимизируются.

Инструмент предиктивного моделирования в этой сфере предлагается понимать процесс, в рамках которого статистика и машинное обучение взаимодействуют, получая максимально обоснованный и точный прогноз относительно сформировавшихся трендов и будущих действий. Для аграрной сферы предиктивное моделирование значимо потому, что управленческое решение может стать максимально обоснованным существенное число внешних параметров, напрямую влияющих на урожай (количество осадков, состояние почвы и иное).

Проектированное моделирование, учитывающее сведения о погодных условиях наиболее распространено потому, что именно от этих факторов колоссально зависит урожай и те мероприятия, которые необходимо предпринять для его максимизации. Обычно, такое моделирование многокомпонентно, потому одновременно сопоставляются сведения о температуре атмосферного воздуха, об осадках, уровне влажности и так далее.

Такое моделирование позволяет ответить на вопрос, была ли корреляция между уровнем урожая и какими-либо иными параметрами. Это позволяет констатировать эффективность или не результативность конкретных действий, наличие наибольшего влияния определенных факторов.

Обычно, предиктивное моделирование используют в следующих аграрных сферах при планировании уровня урожайности. Точно выявив предполагаемый объем урожая, можно максимально эффективно запланировать деятельность организации, выбрать контрагентов и так далее совершенствование времени сбора урожая и его посева. Чем вернее будет выбрана дата начала каждого из этих процессов, тем минимальнее будут потери и максимальнее качество итоговой продукции.

Более эффективное планирование, в свою очередь, благоприятно отразится на: определении нужных ресурсов, в том числе количественно, на расходах организации, на результативности всего производственного процесса минимизация потерь и вероятности их наступления. Так как прогнозы более точны, урожай с максимальной долей вероятности будет собран эффективно и с наименьшими расходами. При этом система позволяет заблаговременно идентифицировать потенциальные угрозы для их ликвидации [2].

Перспективы развития искусственного интеллекта в сельском хозяйстве будут способствовать интеграции технологий ML с другими инновациями, такими как интернет вещей и дроновые технологии, смогут открыть новые горизонты для повышения продуктивности и устойчивости аграрного сектора. Так компания Blue River Technology разработала системы ИИ в сельском хозяйстве, которые способны распознавать и уничтожать сорняки с помощью точечного применения гербицидов. Для этого роботы оснащены компьютерным зрением. Дроны с ИИ, летательные аппараты используются для различных задач, от мониторинга полей до внесения удобрений, что позволяет значительно улучшить управление сельскохозяйственными процессами. Разработчики Bayer создали цифровую платформу Xarvio (сегодня принадлежит концерн BASF). Беспилотники Xarvio оснащены радионавигацией, приборами для измерения угловой скорости и помогают выявлять сорняки с точностью до 99 процентов, ставят диагнозы растениям. В них есть и спутниковые навигаторы, и системы компьютерного зрения предотвращения заболеваний и улучшения урожайности. Сельскохозяйственные дроны от DJI Agras способны опрыскивать до 30 гектаров полей за один полёт, что значительно ускоряет процесс обработки посевов. ИИ анализирует данные о состоянии растений и определяет оптимальные дозы удобрений и пестицидов, что позволяет минимизировать их расход и повысить эффективность обработки [3].

Аппараты могут определять участки, требующие обработки, и вносить удобрения или пестициды с высокой точностью. Это повышает эффективность использования ресурсов и снижает негативное воздействие на окружающую среду. Это только некоторые примеры применения ИИ в сельском хозяйстве. В ближайшем будущем можно ожидать появления полностью автономных ферм, где всеми процессами будет управлять искусственный интеллект. На сегодняшний день искусственный интеллект способен просматривать, изучать, сопоставлять и анализировать огромные массивы данных. В этом плане компьютерные программы значительно превосходят возможности человека – алгоритмы с легкостью «рассуждают» в рамках долгосрочного марафона, в то время как мыслительные возможности человека работают на «коротких дистанциях», последовательно решая

вереницы локальных и симптоматических проблем. Это вызывает значительный интерес к технологиям ИИ [3].

В их исследовании часто применяются технологии ИИ на основе экстремального машинного обучения (ELM) для анализа и совершенствования автоматизации процессов. Производство сельскохозяйственной продукции в настоящее время тесно связано с применением цифровых технологий, элементов точного земледелия, с автоматизацией и роботизацией сельского хозяйства. Для обеспечения повышения эффективности сельскохозяйственного производства путем внедрения интеллектуальной среды, автоматизации и роботизации сельского хозяйства при комплексном использовании цифровых технологий, элементов точного земледелия и искусственного интеллекта была разработана интеллектуальная интегрированная система ИИС «Умное поле». Подобная система в перспективе позволит не только «оцифровать» агротехнические процессы, но и заметно повысить объемы производства и качества сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении затрат [4].

Большое преимущество отводиться нейросетям, которые способны обрабатывать большие массивы данных о деятельности агроформирований,в кратчайшие сроки. Однако для этого следует подготовить первичную информацию для обучения сети в понятном для нее формате. В нейросети имеется возможность на основе анализа несколько миллионов фотографий научить отличать возделываемые культуры от сорных растений. Анализируя эффективность гербицидов, нейросеть способна принимать правильные решения по снижению засоренности посевов. Нейросеть может отличать здоровое растение от больного. Система в состоянии определить степень угрозы для будущего урожая, предложить способы решения назревшей проблемы.

В агропромышленном комплексе Российской Федерации существует большое число задач, решаемых с использованием искусственного интеллекта. Обученная нейронная сеть способна адаптироваться к агроклиматическим особенностям регионов, отдельных рыночных агентов. В условиях цифровой трансформации отрасли для обучения нейронных сетей целесообразно формирование единой национальной базы данных. Использование нейронных сетей позволит экономить ресурсы, повысить качество и безопасность продукции растениеводства и животноводства, конкурентоспособность аграрной отрасли. Экосистема, которую разрабатывает Россельхозбанк для аграрного бизнеса, включает актуальные цифровые решения, определяющие по фотоснимку состояние здоровья плодовых и полевых культур, которые могут быть масштабированы для других видов деревьев и растений. Получение актуальной и объективной информации о состоянии растений с использованием сервисов интернета позволит совершенствовать обмен информацией между специалистами и экспертами-консультантами. Нейросеть как «умный фильтр» можно использовать для сбора и сортировки собранного урожая. При этом производительность труда такого робота гораздо выше эффективности труда человека. По мнению экспертов, для обучения нейронных сетей решению задач АПК необходимо сформировать национальную базу данных, содержащую информацию по функционированию ведущих отраслей с учетом региональных особенностей. Это даст возможность принять правильное управленческое решение в рыночных субъектах цифрового сельского хозяйства, основанных на применении нейрокомпьютерных технологий [5].

Сельскохозяйственная робототехника: компании, занимающиеся искусственным интеллектом, разрабатывают роботов, которые могут легко выполнять несколько сельскохозяйственных задач. Системы ИИ используют спутниковые изображения и сравнивают их с историческими данными с помощью алгоритмов ИИ и определяют, приземлилось ли какое-либо насекомое и какое насекомое приземлилось, например, саранча, кузнечик и т. д. И они отправляют оповещения фермерам на их смартфоны, чтобы фермеры могли принять необходимые меры. Фермеры, не подключенные к сети, могут воспользоваться преимуществами ИИ прямо сейчас, используя такие простые инструменты, как телефон с поддержкой SMS и приложение Sewing. Между тем, фермеры, имеющие доступ к Wi-Fi, могут использовать приложения ИИ, чтобы получить индивидуальный план ИИ для своей земли. Благодаря этим решениям на основе Интернета вещей и искусственного интеллекта фермеры могут удовлетворять глобальные потребности в устойчивом увеличении производства продуктов питания и доходов без истощения ценных природных ресурсов [6].

Таким образом, искусственный интеллект в сельском хозяйстве не только помогает фермерам автоматизировать свое хозяйство, но и переходит к точной культивации для повышения урожайности и лучшего качества сельскохозяйственных культур при использовании меньшего количества ресурсов.

Научный руководитель - Швецова Н. К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Асалханов П. Г., Калинин Н. В., Иванько Я. М. Тенденции применения систем искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии. п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. - 2023. - С. 151-157.
2. Куликова М. Х. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве // Тенденции развития естественных наук в современном информационном пространстве и их применение в агробиотехнологиях. Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова. - 2022. - №4- С. 145-148
3. ИИ в сельском хозяйстве URL: https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-agricultural
4. Дири С. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве // Молодежь и наука. - 2021. - № 12. - с 15-20
5. Пчелинцева Н. В., Кувардин С. Р. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: зарубежный и отечественный опыт // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2021. - №3 - С. 377-381.
6. Чиркин С.О. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ // Наука и образование / С.О. Чиркин, Н.В. Картечина, В.А. Рубанов // - 2022. - №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-selskom-hozyaystve

УДК 631.33.07

Сидоров О.О., Шабалин Р.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

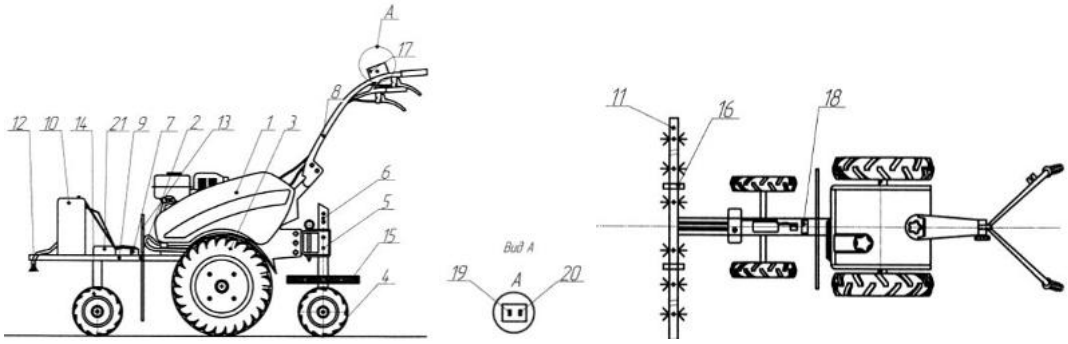
КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВНЕСЕНИЯ СУХИХ И ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С АГРЕГАТИРОВАНИЕМ НА БАЗЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКЕ

Аннотация. В статье рассмотрены способы и технологии для внесения жидких удобрений в почву. Показаны машины и оборудование для различных способов внесения жидких органических удобрений.

Ключевые слова: растениеводство, минеральные удобрения, транспортировка, цистерна, шланг, внесение, башмак, инжектор, культиватор, инъектор.

Опрыскиватели для малогабаритной техники - важный инструмент в работе садоводов и фермеров. Они позволяют эффективно обрабатывать растения от вредителей, болезней и удобрять почву жидкими составами.

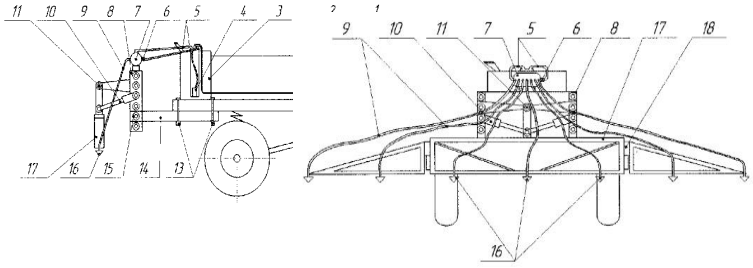
Рассмотрим современную конструкцию опрыскивателя для жидких удобрений (рис. 1). Устройство включает раму с тремя колёсами (двумя приводными и одним опорным), двигатель с системой запуска и топливным баком, редуктор с механизмом переключения, клиноременную передачу, электрогенератор, аккумулятор и систему управления. Особое внимание заслуживают герметичный бак для рабочей жидкости, телескопическая штанга с распылителями и ветрозащитный кожух. Принцип работы опрыскивателя, следующий: при нажатии первой кнопки на пульте активируется компрессор, создающий давление в системе. После нажатия второй кнопки открывается клапан, и жидкость под давлением поступает из бака в штангу, а затем распыляется через форсунки. Телескопическая конструкция штанги позволяет адаптировать ширину обработки под размер теплицы. Специальный дисбаланс обеспечивает устойчивость агрегата при изменении массы жидкости в баке. Компенсационные клапаны гарантируют равномерное распределение рабочего раствора по всей ширине обработки [1].



а б в

Рисунок 1 - Опрыскиватель для внесения жидких удобрений (патент RU 2775408 C1): а - вид сбоку; б - вид сверху; в - клавиши;1 - мотоблок; 2 - рама; 3 - приводные колеса; 4 и 14 - опорные колеса; 5 - стойка; 6 - задняя навеска; 7 - аккумулятор; 8 - рулевое управление; 9 - передняя навеска; 10 - бак; 11 - штанга; 12 - распылитель; 13 - ветрозащитный кожух; 15 - дисбаланс; 16 - клапана; 17 - пульт управления; 18 - ресивер; 19 и 20- клавиши

Следующая установка представляет собой комплексное решение для внесения удобрений с использованием малогабаритной техники (рис. 2). **Базовая конструкция** включает адаптер для крепления к мотоблоку, металлическую раму, бункер для удобрений и систему распределения. **Принцип работы** основан на взаимодействии нескольких механизмов. Для внесения сухих удобрений используется вращающаяся лопасть с автономным электроприводом, обеспечивающая равномерное распределение материала независимо от скорости движения. Жидкие удобрения подаются через насосную систему с форсунками.



а б

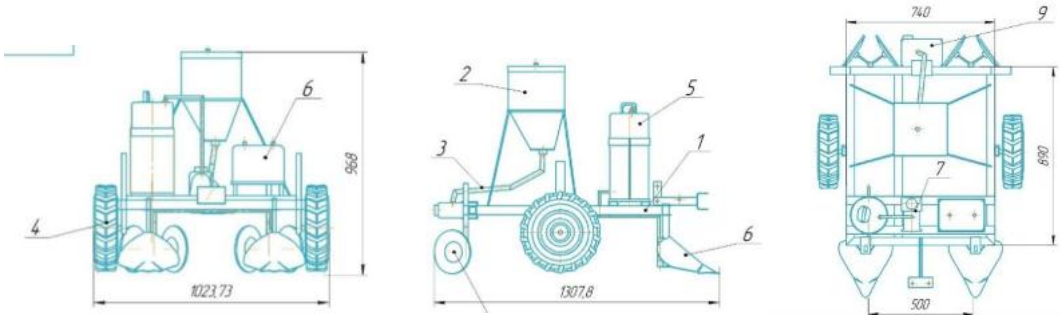
Рисунок 2 - Общий опрыскивателя навесного патент (RU194515U1): а – вид сбоку; б – вид сзади; 1 – генератор; 2 – электропроводка; 3 – емкость; 4 – насос водяной; 5 и 9 – шланг высокого давления; 6 – перепускной клапан; 7 – рампа; 8 – навеска; 10 – амортизаторы; 11 – шарнирные соединения; 12 – рама; 13 и 15 – болтовые соединения; 14 – уголок; 16 – форсунки; 17 - штанга

Система распределения работает следующим образом: при запуске агрегата лопасть приводится в движение электродвигателем от аккумулятора. Интенсивность подачи удобрений регулируется положением заслонки в бункере и частотой вращения. Для жидких составов предусмотрена отдельная система с плунжерными окучниками, формирующими борозды для локального внесения. **Ключевые преимущества** установки заключаются в универсальности - возможности работы, как с сухими, так и с жидкими удобрениями. Конструкция обеспечивает точное дозирование материала, равномерное распределение по полю и минимальные потери питательных веществ. **Технические характеристики** демонстрируют высокую эффективность: погрешность дозирования не превышает 5%, коэффициент вариации распределения менее 15%. Установка совместима с малогабаритной техникой, что делает её особенно актуальной для небольших хозяйств. **Экономическая выгода** достигается за счет снижения расхода топлива на 30% и сокращения количества проходов по полю на 40% по сравнению с раздельным внесением удобрений. При этом энергозатраты составляют всего 1,1 кВт·ч на гектар. Недостатки опрыскивателей малогабаритной техники для внесения жидких удобрений: неравномерное распределение удобрений по поверхности почвы (проблема, которая возникает из-за примесей в жидких удобрениях, что приводит к забиванию форсунок, где подача удобрений становится неравномерной и рабочие органы могут заржаветь уже к концу сезона из-за агрессивности используемых препаратов); при поверхностном внесении жидких удобрений в период весеннего таяния снега или сильных дождей питательные вещества могут смываться с поверхности почвы, что снижает эффективность использования жидких минеральных удобрений; в случае, когда на поверхности почвы произрастают сорные растения. Они получают преимущество в доступе к питательным веществам удобрений, что негативно сказывается на росте сельскохозяйственных культур; при поверхностном внесении жидких удобрений, особенно тех, у которых высокое давление паров аммиака (NH), происходит быстрое испарение. Это связано с тем, что аммиак, содержащийся в удобрениях, стремится перейти из жидкого состояния в газообразное и улетучивается в атмосферу. Такие потери могут быть значительными, что снижает эффективность применения удобрений [2, 3].

Значительные потери питательных веществ происходят из-за улетучивания азота при поверхностном внесении и вымывания растворимых соединений дождями. Часть фосфора и калия переходит в неусвояемые растениями формы, снижая эффективность удобрений. Существенным ограничением является отсутствие оборудования для точечного внесения удобрений с малогабаритной техникой. Для решения этой проблемы разработана специальная навесная установка, обеспечивающая дозированное внесение твёрдых и жидких удобрений с регулировкой

нормы подачи. Конструкция включает взаимодействующие узлы, где каждый выполняет определённую функцию: вращающаяся лопасть для распределения твёрдых удобрений и форсунки для жидких составов [1]. Такое решение позволит малым хозяйствам рационально использовать удобрения, повысить урожайность и снизить затраты.

Мотоблок выступает в роли базовой машины (рис. 3), которая обеспечивает необходимую тягу и энергоснабжение всего навесного оборудования. Через штатные узлы трансмиссии осуществляется передача крутящего момента на рабочие органы. Благодаря мобильности мотоблока агрегат эффективно работает на малых участках и в междурядьях; при наличии аккумуляторной батареи функционирование электродвигателя. Адаптер выполняет роль - промежуточного устройства, позволяющего жёстко фиксироваться к раме мотоблока посредством стандартизированных монтажных элементов, он воспринимает и перераспределяет нагрузки от навесного оборудования на базовую машину. Это обеспечивает сносность и стабильное положение бункера и рабочих органов относительно почвы, а также позволяет оперативно менять навесное оборудование при необходимости переоснащения. Рама установки представляет собой жёсткую металлическую конструкцию, соединяющую бункер, рабочий орган и форсунки с адаптером. Наличие регулируемых элементов позволяет точно устанавливать высоту и угол наклона рабочих органов относительно поверхности почвы, а конструкция обеспечивает быструю установку и снятие агрегата с адаптера. Бункер служит ёмкостью для временного хранения твёрдых минеральных удобрений. Его объём варьируется в зависимости от модификации агрегата. Ключевой элемент бункера - регулируемая заслонка, позволяющая изменять интенсивность подачи материала на рабочий орган. Конструкция бункера исключает сводообразование и заклинивание материала при подаче удобрения. Материалом бункера служит пластик, который обладает химической стойкостью к агрессивным средам. Это обеспечивает длительную эксплуатацию ёмкости даже при работе с коррозионно-активными удобрениями. Полимерные материалы не вступают в реакцию с минеральными составами, сохраняют структурную целостность и герметичность, что исключает утечки и потери удобрений. Кроме того, пластик отличается малым весом, устойчивостью к температурным колебаниям и механическим повреждениям, а также допускает лёгкую очистку и обслуживание в процессе эксплуатации. Рабочий орган, отвечающий за распределение твёрдых удобрений, состоит из лопасти, которая вращается от автономного электродвигателя, что позволяет регулировать частоту вращения независимо от скорости движения мотоблока. Это особенно важно для повышения равномерности распределения удобрений при малых скоростях или на стоянках [3, 4].



а б в

Рисунок 3 - Разработанная конструкция установки для внесения удобрения в почву малогабаритной техникой: а – вид спереди; б – вид сбоку; в – вид сверху; 1 – рама; 2 – бункер сухих удобрений; 3 – трубопровод; 4 – опорное колесо; 5 – расширительный бачок; 6 – плунжерный окучник; 7 – компрессор; 8 – дисковый окучник; 9 – разбрасыватель

Для внесения жидких удобрений используются форсунки - устройства, обеспечивающие точечное или площадное распределение составов. Они подключаются к ёмкости с жидким удобрением через шланги и насос, регулируются по углу наклона и интенсивности распыла, обеспечивая равномерное покрытие заданной ширины захвата. Материалы изготовления форсунок устойчивы к агрессивным средам и коррозии.

Принцип работы агрегата реализуется следующим образом, лопасть приводится в движение автономным электродвигателем, питание которого осуществляется от аккумуляторной батареи. Данная лопасть работает независимо от скорости перемещения агрегата, что позволяет обеспечивать равномерное распределение удобрений даже при малых скоростях движения или на остановках. Интенсивность подачи твёрдых минеральных удобрений регулируется изменением положения заслонки в бункере и частоты вращения электродвигателя. Для внесения жидких удобрений применяется насосная система, подающая рабочий раствор из бака к распылительным форсункам. Перед форсунками размещены плунжерные окучники, которые формируют борозду и обеспечивают локальное внесение удобрений непосредственно в почву, что существенно повышает эффективность усвоения питательных веществ растениями. После подготовки борозды начинается

процесс распыления жидкости, который осуществляется в заданном режиме. Дозировка жидких удобрений контролируется двумя основными способами. Первый, регулируется давление в расширительном бачке, что напрямую влияет на объём подаваемого раствора. Второй, настраивается режим распыла форсунок, позволяющий варьировать размер капель и обеспечивать равномерность распределения удобрения по поверхности [5].

Стабильность работы всей системы поддерживается адаптером и рамкой навески. Эти узлы не только обеспечивают общую устойчивость конструкции во время работы, но и гарантируют точное позиционирование рабочих органов - окучников и форсунок - относительно поверхности почвы. Кроме того, они эффективно минимизируют вибрации и перекосы при движении агрегата.

Вывод, благодаря такому конструктивному решению достигается точное дозирование жидких удобрений, их локальное внесение непосредственно в корневую зону растений, а также равномерное распределение рабочего раствора по заданной площади, что позволяет оптимизировать расход удобрений и повысить эффективность агротехнического приёма. Конструктивное решение обладает рядом существенных преимуществ. Комбинированное использование механического и электрического приводов повышает надёжность и гибкость эксплуатации. Модульная схема даёт возможность оперативно менять рабочие органы в зависимости от типа удобрений (сухих или жидких) и требуемых норм внесения. Использование штатного мотоблока существенно снижает капитальные затраты на приобретение отдельной энергетической установки. Компактные размеры и манёвренность делают агрегат пригодным для работы на малых участках, в теплицах и междурядьях. Кроме того, возможность одновременного или раздельного внесения твёрдых и жидких удобрений значительно расширяет агротехнические возможности агрегата, позволяя адаптировать его к разнообразным производственным задачам.

Научный руководитель - Юнусов Г.С., д.т.н., профессор

Список литературы

1. Бутовченко, А. В. Анализ устройств и технологий внесения минеральных удобрений / А. В. Бутовченко, Ф. Ю. Жигайлов, С. Н. Бутовченко // Актуальные проблемы науки и техники. 2025 : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 95-летию Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, 12–14 марта 2025 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, - 2025. – С. 692-693.
2. Овчаренко, А. В. Совершенствование систем точечного внесения жидких удобрений / А. В. Овчаренко, В. Г. Козлов, Е. В. Козлова // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК : Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 30 ноября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, - 2023. – С. 73-77.
3. Патент № 2775408 C1 Российская Федерация, МПК A01M 7/00. Опрыскиватель для внесения жидких концентрированных удобрений : № 2021112926 : заявл. 04.05.2021 : опубл. 30.06.2022 / С. В. Белоусов, Ю. В. Ханин, А. И. Белоусова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина".
4. Патент на полезную модель № 194515 U1 Российская Федерация, МПК A01M 7/00. Опрыскиватель навесной : № 2019118147 : заявл. 10.06.2019 : опубл. 12.12.2019 / А. М. Петров, С. А. Иванайский, Д. Н. Котов [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".
5. Сидоров, О. О. Существующие машины и рабочие органы для внесения жидких удобрений в почву / О. О. Сидоров, Р. А. Шабалин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 806-810.

УДК 631.33.07

Сидоров О.О., Шабалин Р.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПРОЦЕСС ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ АГРЕГАТИРУЕМОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКОЙ

Аннотация. Статья посвящена актуальному направлению сельскохозяйственного машиностроения - разработке специализированного оборудования для точного внесения жидких минеральных удобрений. В центре внимания - технология применения малогабаритной техники для распределения жидких составов на полях. Предложенная конструкция представляет собой навесную установку, которая обеспечивает строго дозированное внесение жидких удобрений с возможностью

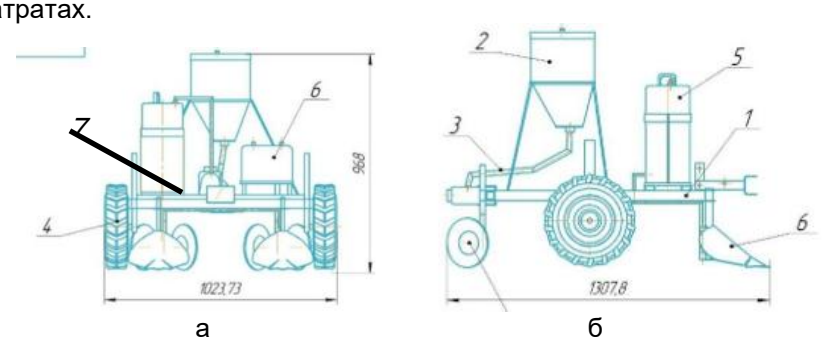
гибкой регулировки нормы подачи. Основу системы внесения жидких удобрений составляют форсунки. Эти устройства позволяют реализовывать как точечное, так и площадное распределение рабочих растворов. Функционирование узла организовано через подключение форсунок к накопительной ёмкости посредством шлангов и насоса. При этом предусмотрена возможность регулировать угол наклона распылителей и интенсивность подачи раствора, что обеспечивает равномерное покрытие заданной ширины захвата. Цель исследования заключается в создании установки, которая будет эффективно вносить жидкое удобрение согласно установленным нормам, обеспечивать равномерность распределения состава по полю, минимизировать энергозатраты в процессе работы и оставаться совместимой с малогабаритной сельскохозяйственной техникой. В ходе исследования были выполнены расчёты, направленные на оптимизацию ключевых параметров системы. Определено необходимое давление в системе для эффективного распыления жидкого удобрения, рассчитаны характеристики форсунок, обеспечивающие требуемую ширину и равномерность захвата, а также определена производительность насоса, соответствующая нормам внесения и скорости движения агрегата.

Ключевые слова: сельскохозяйственное машиностроение, внесение удобрений, жидкие удобрения, малогабаритная техника, навесная установка, дозирование, форсунки, равномерность распределения, норма внесения, оптимизация процессов.

Использование минеральных удобрений является действенный способом увеличить урожайность и повысить экономическую отдачу от сельскохозяйственного производства. Тем не менее в реальной практике применение этого агротехнического метода сопряжено с рядом серьёзных проблем, снижающих его эффективность [1, 2, 3].

Одна из главных сложностей является неравномерное распределение удобрений по площади поля. В результате на отдельных участках возникает избыток или недостаток питательных веществ, что негативно отражается на однородности урожая и его товарных характеристиках. Помимо этого, чрезмерные концентрации удобрений могут попадать в водоёмы, вызывая эвтрофикацию (насыщение водоёмов биогенными элементами) и усиливая нагрузку на экосистему. Значительную проблему представляют потери питательных элементов. При поверхностном внесении азот улетучивается в процессе аммонификации, а растворимые соединения вымываются осадками. Кроме того, часть фосфора и калия преобразуется в формы, которые растения не способны усвоить, — это ведёт к снижению эффективности применения удобрений [4].

На сегодняшний день на рынке нет оборудования, которое позволяло бы вносить удобрения непосредственно в почву с использованием малогабаритной техники. Поэтому крайне востребована разработка специальной установки, отвечающей следующим требованиям: обеспечивать равномерное распределение питательных веществ по всей площади поля благодаря продуманной системе подачи; позволять вносить удобрения на достаточную глубину, чтобы сократить потери от испарения в жаркую погоду и вымывания дождями; конструктивно совмещаться с малогабаритной техникой; отличаться простотой конструкции и эксплуатации при доступной стоимости. Внедрение такой установки может существенно улучшить работу небольших фермерских и подсобных хозяйств. Устройство позволит более рационально расходовать удобрения и добиваться роста урожайности при умеренных затратах.



а б

Рисунок 1 - Разработанная конструкция установка для внесения жидких минеральны удобрений в почву малогабаритной техникой: а – вид спереди; б – вид сбоку; 1 – рама; 2 – бункер; 3 – трубопровод; 4 – опорное колесо; 5 – расширительный бачок; 6 – плунжерный окучник; 7 – компрессор; 8 – дисковый окучник; 9 – разбрасыватель

Рама установки представляет собой жёсткую металлическую конструкцию, соединяющую бункер, рабочий орган и форсунки с адаптером. Наличие регулируемых элементов позволяет точно устанавливать высоту и угол наклона рабочих органов относительно поверхности почвы, а конструкция обеспечивает быструю установку и снятие агрегата с адаптера. Для внесения жидких удобрений используются форсунки - устройства, обеспечивающие точечное или площадное распределение составов. Они подключаются к ёмкости с жидким удобрением через шланги и насос,

регулируются по углу наклона и интенсивности распыла, обеспечивая равномерное покрытие заданной ширины захвата. Материалы изготовления форсунок устойчивы к агрессивным средам и коррозии.

В ходе разработки был создан следующий агрегат (рис. 1). Установка представляет собой навесную установку, которая обеспечивает дозированное внесение жидких удобрений с возможностью регулировки нормы подачи. В основе конструкции лежит комплексное взаимодействие узлов, каждый из которых выполняет строго определённую функцию в общем технологическом процессе. Мотоблок выступает в роли базовой машины — он обеспечивает необходимую тягу и энергоснабжение всего навесного оборудования. Через штатные узлы трансмиссии осуществляется передача крутящего момента на рабочие органы. Благодаря мобильности мотоблока агрегат эффективно работает на малых участках и в междурядьях; при наличии аккумуляторной батареи функционирование электродвигателя. Адаптер выполняет роль промежуточного устройства: жёстко фиксируясь к раме мотоблока посредством стандартизированных монтажных элементов, он воспринимает и перераспределяет нагрузки от навесного оборудования на базовую машину. Это обеспечивает соосность и стабильное положение бункера и рабочих органов относительно почвы, а также позволяет оперативно менять навесное оборудование при необходимости переоснащения.

Принцип работы агрегата реализуется следующим образом, для внесения жидких удобрений применяется насосная система, подающая рабочий раствор из бака к распылительным форсункам (рис. 2). Перед форсунками размещены плунжерные окучники, которые формируют борозду и обеспечивают локальное внесение удобрений непосредственно в почву, что существенно повышает эффективность усвоения питательных веществ растениями.

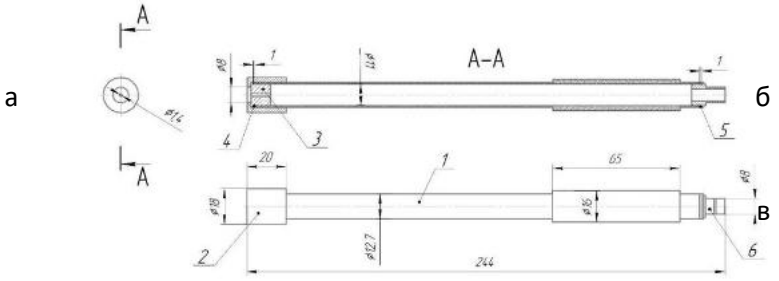


Рисунок 2 - Конструкция форсунки для внесения жидкого удобрения: а – вид спереди; б – вид сбоку в разрезе; в – вид сбоку; 1 – трубка; 2 – гайка рассеивателя; 3 – завихритель; 4 и 5 – кольцо уплотнительное; 6 - штуцер

После подготовки борозды (рис. 3) начинается процесс распыления жидкости, который осуществляется в заданном режиме. Дозировка жидких удобрений контролируется двумя основными способами. Первый, регулируется давление в расширительном бачке, что напрямую влияет на объём подаваемого раствора. Второй, настраивается режим распыла форсунок, позволяющий варьировать размер капель и обеспечивать равномерность распределения удобрения по поверхности. Благодаря такому конструктивному решению достигается точное дозирование жидких удобрений, их локальное внесение непосредственно в корневую зону растений, а также равномерное распределение рабочего раствора по заданной площади. Это позволяет оптимизировать расход удобрений и повысить эффективность агротехнического приёма.

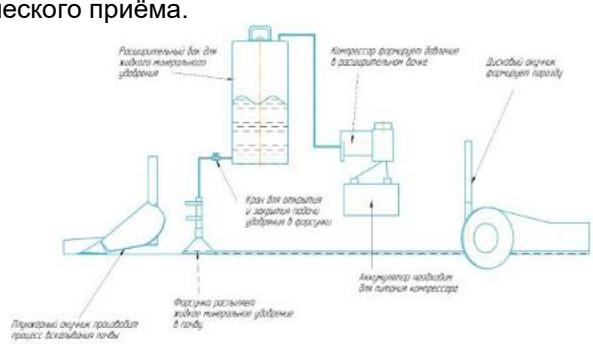


Рисунок 3 - Технологическая схема установки внесения жидкого удобрения

Для расчёта требуемого давления в баке, обеспечивающего эффективное внесение жидких минеральных удобрений, необходимо провести комплексный анализ ряда взаимосвязанных параметров и условий работы системы.

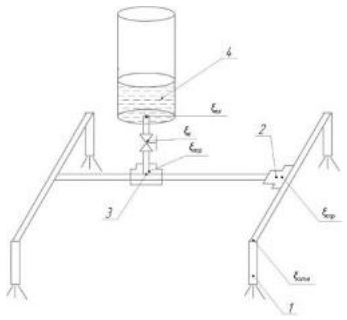


Рисунок 4 - Схема установки для внесения жидких минеральных удобрений: 1 – форсунка; 2 и 3 – тройник; 4 – расширительный бак

Составим расчетные уравнения для схемы, представленной на рисунке 4, для работы с наиболее удаленной форсункой. Разобьем трубопровод до форсунки на участки и определим расходы на каждом из них. При параллельной работе форсунок запишем:

$$Q_{21} = Q_f,$$
$$Q_{32} = 2Q_f\ ,$$
$$Q_{43} = 4Q_f\ ,$$

где Q_f – расход жидкости через одну форсунку.

Составим уравнение Бернулли для каждого участка, который начинается в узле с номером i и заканчивающемся в узле j:

$$z_i + \frac{p_i}{\rho g} + \frac{{v_{ij}}^2}{2g} = z_j + \frac{p_j}{\rho g} + \frac{{v_{ij}}^2}{2g} + \Delta h_{ij}; \qquad i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3, \tag{1}$$

где p_i – избыточное давление на входе в участок трубопровода, z_i – высота узла на входе, p_j – давление в конце участка по ходу течения жидкости. p_1 – давление перед форсункой, обеспечивающее эффективное распыление жидкости. ρ – плотность жидкости, g – ускорение свободного падения, z_j высота расположения узла на входе в участок трубопровода, причем z_1 – высота установки форсунки (нижнее сечение шланга перед форсункой), z_4 – нижняя точка бака на входе в трубопровод. Δh_{ij} – потери напора на трение, v_{ij} – скорость жидкости в подающем шланге, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$:

$$v_{ij} = \frac{Q_{ij}}{F_{ij}}; \qquad i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3\ , \tag{2}$$

где Q_{ij} – объемный расход жидкости, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, $F_{ij} = \frac{\pi {d_{ij}}^2}{4}$ – площадь поперечного сечения шланга диаметром d_{ij}, м.

Диаметр трубопровода на каждом участке постоянный, поэтому третьи слагаемые со скоростями взаимно уничтожаются. Сопротивление на входе в узел 4 из бака в трубопровод относится к местным сопротивлениям на участке 4-3. С учетом этого уравнения (1) примут вид

$$z_i + \frac{p_i}{\rho g} = z_j + \frac{p_j}{\rho g} + \Delta h_{ij}; \qquad i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3. \tag{3}$$

Сложим уравнения (3) для всех четырех участков, получим:

$$z_4 + \frac{p_4}{\rho g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \Delta h\ , \tag{4}$$

где $\Delta h = \sum \Delta h_{ij}$ – суммарные потери на трение.

Потери напора на трение на каждом участке складываются из линейных потерь по длине шланга $\Delta h_{\text{л}ij}$ и потерь напора на местных сопротивлениях $\Delta h_{\text{м}ij}$:

$$\Delta h = \sum \Delta h_{\text{л}ij} + \sum \Delta h_{\text{м}ij} \qquad i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3. \tag{5}$$

Линейные потерь по длине шлангов определим по формуле Дарси:

$$\Delta h_{\text{л}ij} = \lambda_{ij} \frac{l_{ij}}{d_{ij}} \frac{{v_{ij}}^2}{2g};\ i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3. \tag{6}$$

где λ_{ij} – коэффициент гидравлического трения, зависящий от числа Рейнольдса $Re = \frac{v_{ij} d_{ij}}{\nu}$ и шероховатости стенок трубопровода, здесь ν – кинематическая вязкость жидкости, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$. Местные сопротивления по формуле Вейсбаха:

$$\Delta h_{\text{м}} = \xi_{ij} \frac{{v_{ij}}^2}{2g}; \qquad i = 2{,}3{,}4; j = 1{,}2{,}3, \tag{7}$$

где ξ_{ij} – сумма местных сопротивлений на участке от i до j.

Требуемое давление при минимальном уровне жидкости в баке определим из уравнения (33):

$$p_4 = \rho g(z_1 - z_4) + p_1 + \rho g \Delta h\ . \tag{8}$$

Найдем числовые значения слагаемых в выражении (8). Избыточное давление перед форсункой, необходимое для качественного распыления 1,5 атмосферы $p_1 = 1{,}5 \cdot 101\,325 = 151987{,}5$ Па. Разность уровней

$(z_1\text{-}z_4)$=-0,27 м ,

по конструктивной схеме.

Плотность жидкости $\rho = 1290\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $g = 9{,}8\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ – ускорение свободного падения.

Потери давления на трение Δh зависят от расхода жидкости $Q_f = 0{,}2\ \frac{\text{л}}{\text{мин}} = 3{,}33 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$. При внутреннем диаметре трубопровода $d_{21} = d_{32} = d_{43} = 0{,}008$ м, площадь сечения $F_{21} = 5{,}027 \cdot 10^{-5}\ \text{м}^2$. Скорость движения жидкости $v_{21} = \frac{Q_{21}}{F_{21}} = \frac{3{,}33 \cdot 10^{-6}}{5{,}027 \cdot 10^{-5}} = 0{,}0663\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

При равных диаметрах трубопровода в соответствии с добавлением расходов других форсунок на участках, получим $v_{32} = 0{,}1326\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_{43} = 0{,}2653\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Определим числа Рейнольдса, приняв кинематическую вязкость $\nu = 1{,}15 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$:

$$Re_{21} = \frac{v_{21} d_{21}}{\nu} = \frac{0{,}0663 \cdot 0{,}008}{1{,}15 \cdot 10^{-6}} = 460 ,$$
$$Re_{32} = \frac{v_{32} d_{32}}{\nu} = \frac{0{,}1326 \cdot 0{,}008}{1{,}15 \cdot 10^{-6}} = 920 ,$$
$$Re_{43} = \frac{v_{43} d_{43}}{\nu} = \frac{0{,}2653 \cdot 0{,}008}{1{,}15 \cdot 10^{-6}} = 1840 .$$

Тогда на всех трех участках $Re < 2320$ и $\lambda = \frac{64}{Re}$, то есть имеем ламинарное течение жидкости и коэффициент трения не зависит от шероховатости стенок шланга:

$$\lambda_{21} = \frac{64}{460} = 0{,}140 ,$$
$$\lambda_{32} = \frac{64}{920} = 0{,}070 ,$$
$$\lambda_{43} = \frac{64}{1840} = 0{,}035 .$$

По выражению (6), с учетом длин участков

l_{21}=0,640 м; l_{32}=0,075 м; l_{34}=0,075 м ,

получим

$$\Delta h_{л21} = 0{,}140 \cdot \frac{0{,}640}{0{,}008} \cdot \frac{0{,}0663^2}{2 \cdot 9{,}8} = 0{,}0025 \text{ м} ,$$

аналогично

$$\Delta h_{л32} = 0{,}0012 \text{ м} ,$$
$$\Delta h_{л43} = 0{,}004712 \text{ м}.$$

Коэффициенты местных сопротивления в формуле (33), на участке (2-1) определим $\xi_{21} = \xi_{отв}$, где $\xi_{отв} = 1{,}5$ – коэффициент местного сопротивления в отводе. Получим $\xi_{21} = 1{,}5$.

$$\Delta h_{м21} = \xi_{21} \frac{v_{21}^2}{2g} = 1{,}5 \frac{0{,}0663^2}{2 \cdot 9{,}8} = 0{,}00034 \text{ м}.$$

На участке (3-2) тройник, принимаем $\xi_{32} = \xi_{тр} = 2$,

$$\Delta h_{м32} = \xi_{32} \frac{v_{32}^2}{2g} = 2 \frac{0{,}1326^2}{2 \cdot 9{,}8} = 0{,}00179 \text{ м}.$$

На участке (4-3) кран $\xi_к = 3$; и сопротивление входа $\xi_{вх} = 1$ из бака в шланг:

$$\xi_{43} = \xi_к + \xi_{вх} = 4 ,$$
$$\Delta h_{м43} = \xi_{43} \frac{v_{43}^2}{2g} = 4 \frac{0{,}2653^2}{2 \cdot 9{,}8} = 0{,}0144 \text{ м} .$$

Складывая все местные и линейные потери напора, получим

$$\Delta h = \Delta h_{л21} + \Delta h_{л32} + \Delta h_{л43} + \Delta h_{м21} + \Delta h_{м32} + \Delta h_{м43} ,$$
$$\Delta h = 0{,}0025 + 0{,}0012 + 0{,}004712 + 0{,}00034 + 0{,}00179 + 0{,}0144 = 0{,}025 \text{ м}.$$

По уравнению (8) давление в баке:

$$p_4 = \rho g (z_1 - z_4) + p_1 + \rho g \Delta h =$$
$$= 1290 \cdot 9{,}8 \cdot (-0{,}27) + 151987{,}5 + 1290 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}025.$$

В итоге требуемое давление в баке равно:

$$p_4 = 148{,}8 \text{ кПа}.$$

Анализ гидравлической системы позволил определить ключевые параметры её эффективной работы. Основным условием функционирования является соответствие давления в питающем баке рабочему давлению перед форсунками, что обеспечивает оптимальное распределение жидких удобрений. Система оснащена компенсационным механизмом, который работает на основе гравитационного напора жидкости. Это позволяет компенсировать потери давления в трубопроводной сети и поддерживать стабильный напор на выходе из форсунок. Эффективность работы системы обеспечивается благодаря ряду факторов: небольшому расходу рабочей жидкости, низким значениям динамического давления и относительно невысоким гидравлическим сопротивлениям в трубопроводной сети. При правильной настройке параметров система демонстрирует высокие показатели работы: равномерное распределение удобрений, качественное распыление жидкости и стабильную работу всех компонентов. К техническим преимуществам

системы относятся простота конструкции, отсутствие сложной пневматики, экономичность в эксплуатации и надёжность при соблюдении заданных параметров [5].

Таким образом, разработанная гидравлическая система представляет собой оптимальное решение для внесения жидких удобрений, сочетая эффективность работы с минимальными энергетическими затратами. Это делает её особенно привлекательной для малых и средних сельскохозяйственных предприятий.

Научный руководитель - Юнусов Г.С., д.т.н., профессор

Список литературы

1. Бутовченко, А. В. Анализ устройств и технологий внесения минеральных удобрений / А. В. Бутовченко, Ф. Ю. Жигайлов, С. Н. Бутовченко // Актуальные проблемы науки и техники. 2025 : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 95-летию Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, 12–14 марта 2025 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, - 2025. – С. 692-693.
2. Овчаренко, А. В. Совершенствование систем точечного внесения жидких удобрений / А. В. Овчаренко, В. Г. Козлов, Е. В. Козлова // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК : Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 30 ноября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, - 2023. – С. 73-77.
3. Пестрякова, У. А. Технологии и машины по внесению удобрений / У. А. Пестрякова, К. М. Потетня // Инновационные подходы и технологии в агроинженерии : Сборник тезисов факультета инженерных технологий, Екатеринбург, 12–14 июня 2024 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, - 2024. – С. 18.
4. Сидоров, О. О. Существующие машины и рабочие органы для внесения жидких удобрений в почву / О. О. Сидоров, Р. А. Шабалин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 806-810.
5. Сидоров, О. О. Технические средства для внесения жидких удобрений в почву малогабаритной техникой / О. О. Сидоров, Р. А. Шабалин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 810-813.

УДК 631.33.07

Сидоров О.О., Шабалин Р.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ СУХИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Статья сосредоточена на важном направлении сельскохозяйственного машиностроения - создании современного оборудования для точного внесения минеральных удобрений, при этом особый акцент сделан на технологиях работы с сухими удобрениями. В центре исследования - процесс комбинированного применения сухих и жидких удобрений с использованием малогабаритной техники, такой как мотоблоки и мини-тракторы. Основная задача заключается в обеспечении эффективного внесения твёрдых минеральных удобрений с возможностью параллельной работы с жидкими составами. Особое внимание уделено узлу для распределения сухих удобрений. Его рабочий орган - лопасть, которая приводится в движение автономным электродвигателем. Такая схема обеспечивает ряд существенных преимуществ: плавную регулировку частоты вращения лопасти, точное дозирование твёрдого материала и равномерное распределение удобрений по ширине захвата. Цель исследования состоит в разработке универсальной установки, которая оптимально решает задачи внесения сухих минеральных удобрений.. В ходе исследования проведён расчёт равномерности распределения сухого материала на поверхности лопасти с учётом его физико-механических свойств, проанализировано влияние частоты вращения лопасти на точность дозирования и определены оптимальные параметры работы узла внесения сухих удобрений для различных агротехнических условий.

Ключевые слова: сельскохозяйственное машиностроение, внесение удобрений, сухие минеральные удобрения, малогабаритная техника, навесная установка, дозированное внесение, равномерность распределения, норма внесения, мотоблок, мини-трактор.

Использование сухих минеральных удобрений традиционно рассматривается как надёжный способ повышения урожайности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Однако на практике реализация этого метода сопряжена с рядом существенных

ограничений, которые заметно снижают его результативность. В настоящее время на рынке отсутствует оборудование, позволяющее осуществлять точечное внесение сухих удобрений непосредственно в почву с использованием малогабаритной техники. Это обстоятельство делает особенно актуальной разработку специализированной конструкции, способной обеспечить равномерное распределение сухих удобрений по всей площади поля за счёт продуманной системы подачи. При этом важно, чтобы устройство позволяло вносить удобрения на достаточную глубину, минимизируя потери от испарения в жаркую погоду и вымывания дождями. Не менее значимы требования к совместимости с малогабаритной техникой, простоте конструкции и удобства эксплуатации при доступной стоимости оборудования [1].

Внедрение подобного устройства способно принести ощутимую пользу малым фермерским и подсобным хозяйствам. Оно позволит не только более рационально использовать сухие минеральные удобрения, но и существенно сократить непроизводительные потери питательных веществ. В результате можно ожидать увеличения урожайности при умеренных затратах, а также снижения экологической нагрузки благодаря точному дозированию и минимизации вымывания удобрений. Создание специализированного оборудования для внесения сухих минеральных удобрений с помощью малогабаритной техники представляет собой важный шаг на пути к повышению агротехнической и экономической эффективности небольших сельскохозяйственных предприятий [2, 3].

В ходе нашей разработки был создан следующий агрегат (рис.1), где он представляет собой навесную установку, которая обеспечивает дозированное внесение твёрдых минеральных и жидких удобрений с возможностью регулировки нормы подачи. В основе конструкции лежит комплексное взаимодействие узлов, каждый из которых выполняет строго определённую функцию в общем технологическом процессе. **М**отоблок обеспечивает тягу и энергоснабжение навесного оборудования. Через трансмиссию передаётся крутящий момент на рабочие органы. Благодаря мобильности мотоблока агрегат эффективно работает на малых участках и в междурядьях. **Адаптер** служит связующим звеном между мотоблоком и навесным оборудованием. Он фиксирует установку на раме и перераспределяет нагрузки, обеспечивая стабильное положение рабочих органов. **Рама конструкции** представляет собой металлическую основу, соединяющую все элементы установки. Регулируемые элементы позволяют настраивать высоту и угол наклона рабочих органов. **Бункер** предназначен для хранения удобрений. Выполнен из химически стойкого пластика, что обеспечивает долговечность при работе с агрессивными составами. Ключевой элемент - регулируемая заслонка для контроля подачи материала. **Рабочий орган** состоит из вращающейся лопасти с автономным электроприводом. Независимая регулировка частоты вращения обеспечивает равномерное распределение удобрений даже при малых скоростях движения [4].

Рисунок 1 - Установка для внесения удобрения в почву малогабаритной техникой: а – вид спереди; б – вид сбоку; 1 – рама; 2 – бункер сухих удобрений; 3 – аккумулятор; 4 – трубопровод; 5 - разбрасыватель

Принцип работы агрегата реализуется следующим образом (рис 2), лопасть приводится в движение автономным электродвигателем, питание которого осуществляется от аккумуляторной батареи. Данная лопасть работает независимо от скорости перемещения агрегата, что позволяет обеспечивать равномерное распределение удобрений даже при малых скоростях движения или на остановках. Интенсивность подачи твёрдых минеральных удобрений регулируется изменением положения заслонки в бункере и частоты вращения электродвигателя [5].

Стабильность работы всей системы поддерживается адаптером и рамкой навески. Эти узлы не только обеспечивают общую устойчивость конструкции во время работы, но и гарантируют точное позиционирование рабочих органов. Благодаря такому конструктивному решению достигается точное дозирование сухих удобрений и равномерное распределение рабочего раствора по заданной площади, что позволяет оптимизировать расход удобрений и повысить эффективность агротехнического приёма. Такое решение обладает рядом существенных преимуществ. Комбинированное использование механического и электрического приводов повышает надёжность и гибкость эксплуатации. Использование штатного мотоблока существенно снижает капитальные

затраты на приобретение отдельной энергетической установки. Компактные размеры и манёвренность делают агрегат пригодным для работы на малых участках, в теплицах и междурядьях [4, 5].

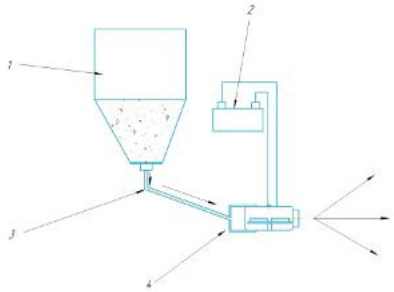
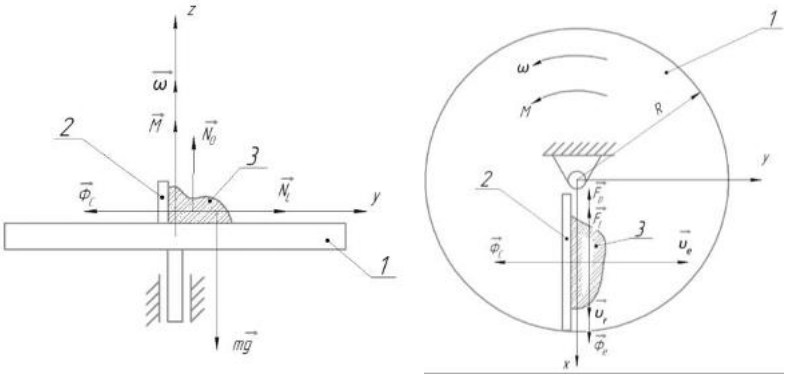


Рисунок 2 - Технологическая схема разбрасывателя сухих минеральных удобрений: 1 - бункер; 2 - аккумулятор; 3 - трубопровод; 4 - разбрасыватель

Цель исследования заключается в разработке комбинированной установки для внесения минеральных удобрений, а также определить оптимальный состав смеси из твёрдых форм удобрений, обеспечивающий максимальную агрономическую эффективность при минимальных затратах. На первом этапе рассмотрим движение частицы материала по диску, который снабжен радиальными лопатками и вращается с постоянной угловой скоростью $\vec{\omega}$ (рис. 3). На частицу в относительном движении действуют сила тяжести $\mathrm{m}\vec{\mathrm{g}}$, нормальная реакция диска $\vec{\mathrm{N}}_{\mathrm{D}}$, нормальная реакция лопатки $\vec{\mathrm{N}}_{\mathrm{L}}$, силы трения скольжения $\vec{\mathrm{F}}_{\mathrm{D}}$ и $\vec{\mathrm{F}}_{\mathrm{L}}$, пропорциональные соответствующим нормальным реакциям с коэффициентом трения f, а также силы инерции: переносная $\vec{\Phi}_{\mathrm{e}}$ и кориолисова $\vec{\Phi}_{\mathrm{C}}$. Диск вращается в горизонтальной плоскости (рис. 2). Частицу рассматриваем как тело малых размеров, так что при движении вдоль лопатки её центр тяжести перемещается в радиальном направлении по оси x.



а б

Рисунок 3 - Относительное движение частицы по лопатке вращающегося диска: а - вид сбоку; б - вид сверху (1 – диск, 2 – лопатка, 3 – частица)

Составим дифференциальное уравнение поступательного относительного движения частицы массы m:

$$m\vec{W} = m\vec{g} + \vec{N}_D + \vec{N}_L + \vec{F}_D + \vec{F}_L + \vec{\Phi}_e + \vec{\Phi}_C \ . \quad (1)$$

Спроецируем векторное уравнение (1) на оси координат, связанные с диском, у которых ось zсовпадает с осью вращения, а ось xнаправлена радиально вдоль лопатки:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = \Phi_e - F_D - F_L; \\ 0 = -\Phi_C + N_L; \\ 0 = -mg + N_D. \end{cases} \quad (2)$$

Дополним эти уравнения законом Кулона для сухого трения скольжения:

$$F_D = N_D f \text{ при } \dot{x} > 0, \quad (3)$$

$$F_L = N_L f \text{ при } \dot{x} > 0. \quad (4)$$

И определим величины сил инерции, входящие в уравнения (2):

$$\Phi_e = m\omega^2 x \ , \quad (5)$$

$$\Phi_C = 2m\omega\dot{x} \ . \quad (6)$$

Подставим найденные силы нормальных реакций из второго и третьего уравнений (2) в закон Кулона (3) и (4), с учетом (6), получим

$$\begin{cases} F_L = 2m\omega\dot{x}f; \\ F_D = mgf\,. \end{cases} \quad (7)$$

Подставим центробежную переносную силу инерции в правую часть уравнения (2) для оси x и сокращая на массу m запишем:

$$\ddot{x} = \omega^2 x - gf - 2\omega\dot{x}. \quad (8)$$

Приведем дифференциальное уравнение (8) к стандартному виду:

$$\ddot{x} + 2\omega\dot{x} - \omega^2 x = -gf. \quad (9)$$

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения (9) складывается из общего решения соответствующего однородного дифференциального уравнения $\bar{x}$ и частного решения исходного неоднородного $\tilde{x}$.

Запишем однородное дифференциальное уравнение:

$$\ddot{x} + 2\omega\dot{x} - \omega^2 x = 0. \quad (10)$$

Составим его характеристическое уравнение:

$$k^2 + 2\omega k - \omega^2 = 0, \quad (11)$$

и найдем корни

$$k_1 = -\omega f + \omega\sqrt{1+f^2}. \quad (12)$$

$$k_2 = -\omega f - \omega\sqrt{1+f^2}\,. \quad (13)$$

Тогда общее решение однородного дифференциального уравнения имеет вид

$$\overline{x} = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}\,. \quad (14)$$

Частное решение $\tilde{x}$ исходного неоднородного уравнения (9) найдем в виде постоянной:

$$\tilde{x} = A\,. \quad (15)$$

Подставим его в уравнение (9):

$$-\omega^2 A = -gf,$$

тогда

$$\tilde{x} = A = \frac{gf}{\omega^2}\,. \quad (16)$$

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения (9) имеет вид:

$$x = \overline{x} + \tilde{x} = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} + \frac{gf}{\omega^2}\,. \quad (17)$$

Определим произвольные постоянные интегрирования, для чего найдем производную от выражения (17)

$$\dot{x} = k_1 C_1 e^{k_1 t} + k_2 C_2 e^{k_2 t}\,. \quad (18)$$

И зададимся начальными условиями при $t = 0$:

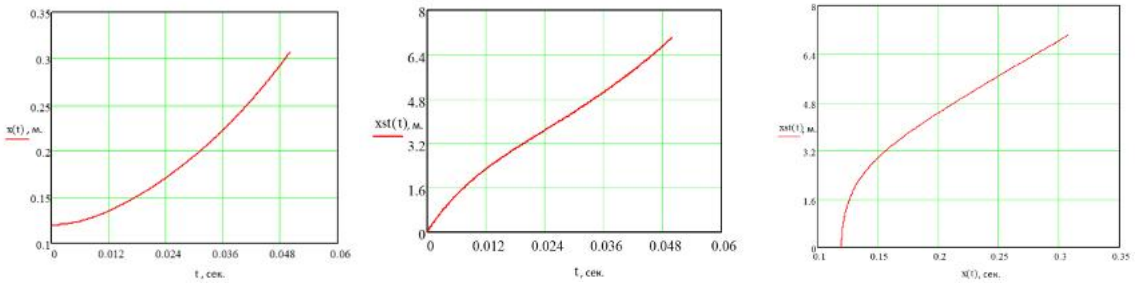
$$x(0) = x_0;\ \ \dot{x}(0) = 0\,. \quad (19)$$

Подставим начальные условия (19) в решения (17) и (18) и выразим из них C_1 и C_2:

$$C_1 = \frac{x_0 - \frac{gf}{\omega^2}}{1 - \frac{k_1}{k_2}}\,, \quad (20)$$

$$C_2 = -C_1\frac{k_1}{k_2} = -\left(\frac{x_0 - \frac{gf}{\omega^2}}{1 - \frac{k_1}{k_2}}\right)\frac{k_1}{k_2}\,. \quad (21)$$

Частное решение, соответствующее начальным условия примет вид (17), с определенными величинами C_1 и C_2. По уравнениям (17) и (18) для конкретных значений $\omega = 62{,}832$ рад/с; $f = 0{,}5$; $x_0 = 0{,}12$ м; $\dot{x}(0) = 0$ построены графики в среде “Mathcad” (рис.4):



а б в

Рисунок 4 - Зависимость: а - координаты частицы от времени; б - относительной скорости частицы от времени; в - относительной скорости частицы от координаты

По величине относительной скорости в можно оценить необходимую высоту лопаток $h(x)$, (м) на определенном значении расстоянии от оси вращения x. Длина окружности $l = 2\pi x$ Площадь равномерно распределенного материала в направлении перпендикулярном радиусу равна $l \cdot h(x)$. Объем материала проходящего в единицу времени равен $\frac{G}{\rho}$, где G –подача на диск кг/с, ρ – насыпная плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$. С другой стороны - это площадь, умноженная на относительную

скорость. Тогда для равномерного распределения материала по поверхности диска и отсутствия тангенциального скольжения запишем условие:

$$l \cdot h(x)\dot{x} = \frac{G}{\rho}.$$

Чтобы материал не пересыпался через лопатку при его равномерном распределении по окружности диска высота лопатки должна быть не менее чем

$$h(x) = \frac{G}{\rho 2\pi x\dot{x}} \ .$$

где x и $\dot{x}$ выбираем по графику рис. 4.

Составим теорему об изменении кинетического момента для системы в проекции на ось вращения z, включающей диск с лопатками и материал: поступающий на диск из дозатора, находящийся на диске и сошедший с диска с приобретенной скоростью. Таким образом, масса совокупности всех частиц материала механической системы постоянна.

$$\frac{dK_z}{dt} = M \ , \qquad (22)$$

где K_z – кинетический момент системы относительно оси z, M – момент приложенный к диску со стороны привода после вычета момента на трение в подшипниках (рис. 1). При установившемся движении подача материала постоянна $G = const$.Определим K_z как сумму кинетических моментов составляющих механической системы

$$K_z = K_D + K_0 + K_1 + K_2 \ , \qquad (23)$$

где K_D – кинетический момент K_D диска с лопатками и вала на приводе $K_D = \frac{I_z\omega^2}{2}$; K_0 – кинетический момент массы поступающей из дозатора с нулевой горизонтальной скоростью $K_0 = 0$; K_1– кинетический момент материала, находящегося на диске с лопатками $K_1 = \sum_{i=1}^{n} m_i\, \omega {x_i}^2$, равен сумме кинетических моментов всех частиц m_i $(i = 1 \dots n)$, движущихся вдоль лопаток диска; K_2 – кинетический момент частиц сошедших с диска, которые также включены в механическую систему.

$$K_2 = \sum_{j=1}^{p} m_j \cdot v_e(R) \cdot R, \qquad (24)$$

где $v_e(R) = \omega R$ переносная скорость частиц в момент схода с диска, $v_r(R)$ – относительная скорость частиц в момент схода с дискакинетического момента не имеет; R плечо переносной скорости $v_e(R)$(при дальнейшем движении отдельной частицы с постоянной скоростью по инерции ее кинетический момент не меняется);

$\sum_{j=1}^{p} m_j = G \cdot t$ – возрастающая с течением времени масса частиц материала, сошедших с диска, со скоростью, равной подаче материала G,

$$K_2 = v_e(R) \cdot R \cdot G \cdot t = \omega R^2 \cdot G \cdot t \ . \qquad (25)$$

Отметим, что постоянными в выражении (23) являются K_D , K_0 , K_1 , так как движение установившееся с постоянной угловой скоростью, тогда

$$\frac{dK_z}{dt} = \frac{dK_2}{dt} = \omega R^2 \cdot G \ , \qquad (26)$$

Подставим выражение (25) в уравнение (22), получим :

$$\omega R^2 \cdot G = M \ . \qquad (27)$$

Умножим на угловую скорость диска ω левую и правую часть уравнения (26) и получим P - мощность на привод диска при установившемся движении без учета сил сопротивления вращению диска при $G = 230{,}4\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 0{,}064$ кг/с:

$$P = M\omega = \omega^2 R^2 \cdot G \ ,$$

$$P = 62{,}83^2 \cdot 0{,}24^2 \cdot 0{,}064 = 14{,}55 \text{ Вт}.$$

Проведённое исследование и разработка комбинированной установки для внесения минеральных удобрений позволили достичь значимых результатов в решении актуальных проблем сельскохозяйственного производства. Ключевые достижения разработки заключаются в следующем: разработанная конструкция обеспечивает равномерное распределение удобрений с коэффициентом вариации менее 15%, что гарантирует высокую агротехническую эффективность. Система демонстрирует стабильную работу при различных режимах эксплуатации, минимизируя потери питательных веществ и, обеспечивая точное дозирование с погрешностью менее 5%. Технические решения, реализованные в установке, позволяют: эффективно работать с малогабаритной техникой; достигать равномерного распределения удобрений по ширине захвата 1,4–1,8 м; поддерживать оптимальные параметры внесения (частота вращения 600–800 об/мин, скорость движения 1,5–2,5 км/ч).

Таким образом разработанная установка для внесения сухих удобрений в почву малогабаритной техникой позволяет проводить работы в малодоступных местах при рациональном использовании удобрений, что позволяет снизить затраты на данную операцию.

Научный руководитель - Юнусов Г.С., д.т.н., профессор

Список литературы

1. Димитров, А. А. Типы агрегатов для внесения минеральных удобрений / А. А. Димитров // Современные проблемы АПК : сборник научных статей Института механики и энергетики, приуроченный к 90-й научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу», Ставрополь, 06 мая 2025 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, - 2025. – С. 205-208.
2. Каширихин, Н. Г. Проект машинных технологий для внутрипочвенного внесения удобрений / Н. Г. Каширихин, К. В. Дагбаев // Ларионовские чтения-2025 : Сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции, Якутск, 10 февраля 2025 года. – Якутск: Издательский дом СВФУ, - 2025. – С. 158-162.
3. Юнусов, Г. С. Конструкции почвообрабатывающих органов / Г. С. Юнусов, М. А. Ямбулатов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. – ЙОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, - 2022. – С. 669-671.
4. Сидоров, О. О. Существующие машины и рабочие органы для внесения жидких удобрений в почву / О. О. Сидоров, Р. А. Шабалин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 806-810.
5. Сидоров, О. О. Технические средства для внесения жидких удобрений в почву малогабаритной техникой / О. О. Сидоров, Р. А. Шабалин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, - 2025. – С. 810-813.

УДК 636.084

Алиев М.У.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНОЙ РАЗДЕЛКИ ТУШ НА ПОЛУТУШИ НА ОСНОВЕ УСТАНОВКЕ ДС-9 ФИРМЫ «ШЛУМБЕРГЕР»

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические аспекты первичной переработки свиней, в частности операция продольной разделки туш. Проведен сравнительный анализ существующих методов разделения туш (дисковые и ленточные пилы) в сопоставлении с установкой рубящего типа ДС-9 («Шлумбергер», Франция). Данная установка использует принцип ударной рубки, что позволяет достичь идеальной чистоты разделения позвоночного столба без дробления кости. При использовании рубящего механизма-секача в отличие от распиловки не образуется «костный шлам» (смесь костных опилок, воды и жира), который является благоприятной средой для развития микрофлоры. Представлены расчеты необходимых усилий разрубки и параметров пневматической системы привода, подтверждающие эффективность применения данного оборудования для повышения качества мясной продукции.

Ключевые слова: первичная переработка мяса, разрубка, свиная полутуша, установка ДС-9 фирмы «Шлумбергер», ударная рубка, рубящий механизм-секач, пневмоцилиндр, пневматический привод, вибрация, сжатий воздух, фиксация туши, нож, направляющий палец.

В современных условиях развития агропромышленного комплекса Российской Федерации повышение эффективности переработки продукции животноводства является приоритетной задачей. Одной из наиболее трудоемких и ответственных операций в технологическом цикле первичной переработки свиней является продольная разделка туш на полутуши. От качества выполнения этой операции напрямую зависят товарный вид продукции, ее сортность, выход качественного мяса и санитарно-гигиеническое состояние полутуш [1, 2].

Традиционные методы разделки с использованием ручных пил характеризуются высокой энергоемкостью, образованием костной крошки и повышенным риском производственного травматизма. В связи с этим, внедрение и расчет высокотехнологичного оборудования, такого как установка ДС-9 фирмы «Шлумбергер» (Франция), является актуальным. Данная установка использует принцип ударной рубки, что позволяет достичь идеальной чистоты разделения позвоночного столба без дробления кости [3]. В мировой практике применяются 3 основных типа оборудования: электрические дисковые пилы: отличаются высокой скоростью, но образуют до 0,5% отходов в виде костного шлама и требуют постоянной подачи воды; ленточные пилы (обеспечивают тонкий срез, однако сложны в санитарной обработке и имеют низкую надежность полотна) и рубящие установки (ДС-9) - работающие по принципу гильотины [4].

Рубящие установки (ДС-9) - это пневматический привод, который позволяет мгновенно наращивать усилие, обеспечивая отсутствие костной крошки и высокую гигиеничность. Установка ДС-

9 представляет собой стационарный автоматизированный агрегат портального типа, специально спроектированный для работы в составе линий убоя средней и высокой мощности, рисунок 1. Конструкция машины разработана с учетом жестких санитарных требований пищевых производств.

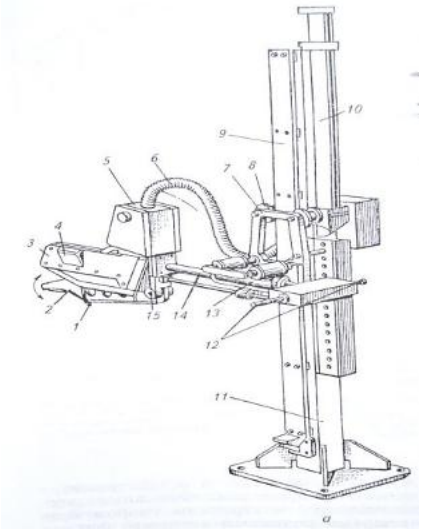


Рисунок 1 - Общий вид: 1. Направляющий палец, 2. Секач, 3. Корпус, 4. Расширитель, 5. Пневмопривод, 6. Пневмошланг, 7. Каретка, 8. Ролик, 9. Направляющая каретки, 10. Пневмоцилиндр, 11. Стойка, 12. Рукоятки управления, 13.Втулка, 14. Шток, 15. Ось секача.

В основные конструктивные узлы входят: несущий портал (Станина), выполнена из массивных швеллеров и литых элементов, защищенных антикоррозийным покрытием (горячее цинкование или нержавеющая сталь). Станина жестко крепится к полу и несущим конструкциям цеха, чтобы исключить передачу вибрации на конвейер. Направляющая каретка - узел, перемещающийся в вертикальной плоскости. Внутри каретки установлены прецизионные подшипники скольжения, обеспечивающие точность хода рубящего ножа с допуском не более 1–2 мм. Рубящий блок (рабочий орган) - это массивная плита-держатель, на которой закреплен нож специального профиля. Нож изготавливается из высоколегированной инструментальной стали, способной выдерживать многократные ударные нагрузки без выкрашивания режущей кромки. Пневматический привод, который состоит из основного силового цилиндра двухстороннего действия. Особенностью ДС-9 является наличие демпфирующей системы в конце хода поршня, что предотвращает жесткий удар металла о металл. Система фиксации туши - комплект пневматических рычагов-захватов, которые в момент начала цикла обхватывают тушу в районе таза и грудной клетки, центрируя ее относительно линии разруба.

Принцип работы установки: цикл начинается в момент фиксации туши на позиции. По сигналу оператора или датчика положения срабатывают центрирующие захваты. Затем открывается пневматический клапан, и сжатый воздух под давлением 0,6–0,8 МПа поступает в верхнюю полость рабочего цилиндра. Нож резко опускается вниз, прорубая тушу вдоль позвоночника. За счет большой кинетической энергии и остроты заточки разруб происходит мгновенно. После завершения хода срабатывает реверс, и нож возвращается в исходное верхнее положение, а захваты разжимаются. Кинематический расчет системы. Поскольку нож приводится в действие напрямую пневмоцилиндром, скорость движения ножа (v) зависит от скорости наполнения цилиндра воздухом. Для эффективного удара скорость ножа в момент соприкосновения с тушей должна составлять: υ=0,5…0,8м/с

Время рабочего хода: $t = \frac{H}{\upsilon} = \frac{0,6}{0,6} = 1$ секунда.

На рисунке 2 показана схема рубящего механизма.

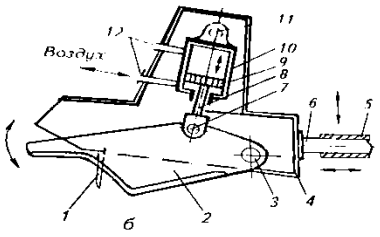


Рисунок 2 - Схема рубящего механизма:1 - направляющий палец, 2 - секач, 3 - ось, 4 - корпус, 5 - втулка, 6 - шток, 7, 11 - пальцы, 7 - шток поршня, 8 - поршень, 9 - пневмоцилиндр, 10 - штуцера для сжатого воздуха.

Сравнительный анализ ДС-9 с дисковыми и ленточными автоматическими пилами рассмотрен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ ДС-9 с дисковыми и ленточными автоматическими пилами

Параметр сравнения	Дисковая электропила	Ленточная пила	Установка ДС-9 (Шлумбергер)
Принцип действия	Высокоскоростное вращение диска	Движение гибкого полотна	Динамический удар ножом
Наличие костной крошки	Присутствует (костный шлам)	Минимальное количество	Полностью отсутствует
Потеря массы туши	До 0,5% за счет опилок	До 0,2%	0% (сохранение веса)
Расход воды	Постоянный (смыв опилок)	Требуется охлаждение	Не требуется
Срок службы полотна	Средний (заточка диска)	Низкий (риск разрыва)	Высокий (износостойкая сталь)
Уровень шума (дБ)	95-105	85-90	75-80
Санитарная обработка	Затруднена (опилки в кожухе)	Средняя	Автоматическая (горячая вода)
Качество поверхности среза	Шероховатая	Гладкая	Идеально гладкая

Преимуществом установки ДС-9 является качество продукции - отсутствие «костной муки» исключает порчу ценных мышц (карбонада) и увеличивает срок хранения, так как опилки - это среда для бактерий; экономичность (отсутствие необходимости в воде для охлаждения инструмента снижает затраты на водоотведение); безопасность (исключены риски, связанные с вращающимися на высокой скорости дисками).

Недостатками этой установки являются меньшая производительность по сравнению с промышленными дисковыми линиями (ограничение до 240 туш/час); требование к массивности станины для гашения ударных нагрузок; риск размазывания спинного мозга при недостаточно точной настройке; расчетно-конструкторское обоснование параметров. Для обеспечения качественного разруба необходимо преодолеть сопротивление тканей. Суммарное усилие F рассчитывается по формуле: $F = q \cdot L \cdot k$, где q = 300 см - удельное сопротивление; L = 120 см - длина разруба; k = 1.25 - коэффициент запаса.

$$F=300 \cdot 120 \cdot 1.25=45000 \text{ Н}=45 \text{ кН}$$

Расчетное усилие составило 45 кН (4.5 тонны). Для его обеспечения выбран пневмоцилиндр диаметром 320 мм при рабочем давлении 0.6 МПа. Для обеспечения работы установки в поточном режиме (120 туш/час) необходим расход сжатого воздуха 1.344 $м^3$/мин. На основании расчетов выбрана компрессорная установка REMEZA ВК20-8 мощностью 15 кВт и ресивер объемом 500 л.

При этом «качество готовой продукции является производным от состава и свойств применяемого сырья, условий его технологической обработки», где «большинство показателей качества являются технологическими» [5].

Заключение: применение установки ДС-9 «Шлумбергер» является рациональным выбором для предприятий средней и высокой мощности, ориентированных на экспортные стандарты качества и ГОСТ. Использование принципа ударной рубки вместо распиловки позволяет полностью исключить костный шлам, улучшить товарный вид полутуш и повысить их микробиологическую стабильность.

Научный руководитель – Януков Н.В., канд.техн.наук., доцент.

Список литературы

1. Иванова, В.Н. Производство, переработка, и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: цели и задачи, основные приоритеты развития / В.Н. Иванова, С.Н. Серегин, Н.Д. Аварский // Пищевая промышленность. - 2017. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-pererabotka-i-hranenie-selskohozyaystvennoy-produktsii-syrya-i-prodovolstviya-tseli-i-zadachi-osnovnye-prioritety
2. Золдинова А.А. Убой, основы, технологии и переработка скота на мясокомбинатах, бойнях и убойных пунктах / А.А. Золдинова // Материалы XVI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2024/article/2018035402</a

3. Каталог технической документации Schlumberger (Шлюмбергер). Оборудование для первичной переработки скота. Установки серии ДС. - 2010. - 45 с.
4. ГОСТ 31476-2012. Свиньи для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия. - Введ. 2013-07-01. - М.: Стандартинформ, - 2013. - 12 с.
5. Скуловец М. В. Факторы, влияющие на качество мяса при первичной переработке скота / М. В. Скуловец, О.В. Якимец // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. - 2015. - №3-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-vliyayuschie-na-kachestvo-myasa-pri-pervichnoy-pererabotke-skota

УДК 637.3.057

Ильтубаев Р.А.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ: АВТОНОМНЫЕ ТРАКТОРЫ И РОБОТЫ-ОПРЫСКИВАТЕЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены современные тенденции развития роботизации и автоматизации полевых работ в сельском хозяйстве, уделено внимание автономным тракторам и роботам-опрыскивателям. Проанализированы ключевые технологии (RTK/GNSS, компьютерное зрение, LIDAR, телеметрия), преимущества внедрения для хозяйств различных масштабов, экономические аспекты и барьеры (регуляторные, технические, эксплуатационные). Приведены практические рекомендации по этапам пилотного внедрения и краткие кейсы отечественных и зарубежных проектов. Сделан прогноз развития гибридных агроэкосистем, где крупная автоматизированная техника должна работать в связке с малыми роботами и дронами.

Ключевые слова: роботизация, автономные тракторы, роботы-опрыскиватели, RTK, точное земледелие, агромониторинг.

Современное сельское хозяйство находится на пороге масштабной технологической трансформации, связанной с внедрением роботизированных и автономных систем. Автономные тракторы и роботы-опрыскиватели постепенно переходят из экспериментальной стадии в практическое применение на фермах различной площади. Причинами этому служат дефицит квалифицированной рабочей силы, необходимость повышения точности полевых операций, экономия ресурсов и стремление к экологической устойчивости производства [1].

Ключевые технологии автономной техники обеспечивают повторяемость и возможность выполнения работ в ночное время. Сенсоры и компьютерное зрение камеры (видимого и мультиспектрального диапазона), гиперспектральные датчики и специализированные сенсоры позволяют распознавать состояние растений, отличать культуры от сорняков и выявлять признаки болезней. Методы машинного обучения и нейросетевые модели обрабатывают поток изображений в реальном времени и генерируют команды для исполнительных механизмов робота. Технологии дистанционного определения расстояния используются для распознавания препятствий, высоты растений и профиля поверхности поля. В комбинации с компьютерным зрением и системами планирования траекторий они обеспечивают безопасность и точность маневрирования. Передача данных между машинами, облачными сервисами и операторскими станциями реализуется через мобильные сети (4G/5G), частные радиоканалы или wi-fi. Для передачи видеопотоков и телеметрии важна пропускная способность, а также надежность соединения для управления данной техникой [2].

Камеры видимого спектра дают высокое пространственное разрешение и естественную цветовую информацию, необходимую для задач распознавания культур, определения механических повреждений и визуальной инспекции. Часто используются в сочетании с алгоритмами цветовой сегментации и свёрточными нейронными сетями (CNN). Мультиспектральные камеры: регистрируют несколько узких полос (например, красная, зелёная, синяя, ближняя инфракрасная), что позволяет вычислять вегетационные индексы (NDVI, GNDVI и др.) и оценивать состояние фотосинтеза, водный стресс и биомассу растений. Гиперспектральные датчики: обеспечивают десятки - сотни узких длин волн, что позволяет проводить детальную спектральную классификацию видов растений, распознавать ранние признаки болезней, дефицита питательных веществ и химических поражений, которые не видны в видимом диапазоне. Тепловизионные камеры: полезны для выявления стрессов, заболеваний и проблем с орошением по распределению температуры листовой поверхности и почвы. LIDAR и фазовые/импульсные лидары: создают точную трёхмерную модель сцены, измеряют высоту растений, профиль почвы и препятствия; важны для локального планирования траекторий и контроля клиренса. Стереокамеры и структурированное освещение: обеспечивают получение глубины сцены вблизи и используются в задачах распознавания объектов, где LIDAR может быть дорог или избыточен. Ультразвуковые и инфракрасные дальномеры: дешёвые и надёжные датчики для краткосрочного обнаружения препятствий и контроля расстояний на малых скоростях. Специализированные сенсоры (pH, электропроводность, датчики влажности почвы,

газоанализаторы): используются для локального мониторинга качества почвы и микроклимата, что полезно для точного внесения удобрений и агрохимикатов. Инерционные измерительные блоки (IMU), GNSS/RTK: обеспечивают точное позиционирование, ориентацию и устойчивую навигацию; RTK/PPP позволяют достигать сантиметровой точности в позиционировании.

Предобработка и сшивка данных: калибровка камер по цвету и геометрии, выравнивание спектральных каналов, коррекция освещённости и ортокоррекция изображений для построения карт поля. Классификация и сегментация: нейросетевые архитектуры (U-Net, DeepLab, Mask R-CNN и их оптимизированные версии для встраиваемых платформ) для выделения растений, сорняков, поражённых участков и дефектов. Детекция объектов и трекинг: модели YOLO/SSD и их производные для реального времени; методы ассоциативного трекинга для поддержания идентичности объектов между кадрами. Спектральный анализ: применение методов обучения с малым количеством меток (transfer learning, few-shot), машин обучения на признаках спектров и алгоритмов для выделения индексов состояния растений. Мультимодальная фьюжн: объединение данных камер, гиперспектра, LIDAR и IMU для более надёжной классификации и оценки состояния, компенсации помех и условий освещения. Системы принятия решений: от правил и экспертовых систем до обучаемых политик (reinforcement learning) для определения действий — опрыскивание, выбор маршрута, подбор высоты среза и т. п. Онлайн-обработка и TinyML: оптимизация моделей (квантование, прунинг, компиляция для ускорителей) для запуска на бортовых вычислительных модулях (встраиваемые GPU, NPU, FPGA), чтобы обеспечить низкую задержку и автономность при ограниченной пропускной способности канала связи.

Локальная и глобальная навигация комбинируют карты поля (предварительные и построенные в реальном времени) с системой локальной навигации, способной избегать динамические и статические препятствия. Планирование траектории и контроль манёвров: алгоритмы братья A*, RRT*, оптимизация траекторий с учётом кинематических ограничений машины и минимизации срезов/повреждений растений. Совместная работа нескольких машин: координация задач, распределение зон работ, алгоритмы коллективного планирования для повышения эффективности и экономии энергии.

Сетевые интерфейсы 4G/5G и частные радиосети, LoRa/LPWAN для телеметрии малой полосы, Wi-Fi и спутниковая связь для удалённых площадок. Топологии и архитектуры: прямое соединение с операторской станцией для ручного контроля, облачные решения для хранения и анализа больших объёмов данных, гибридные схемы с кэшированием данных на борту и асинхронной синхронизацией. Качество обслуживания: для передачи видеопотоков и телеметрии критичны пропускная способность, задержка и надёжность; для управления в реальном времени может применяться резервирование каналов и автоматическое переключение между доступными интерфейсами. Безопасность связи: шифрование каналов (TLS/IPSec), аутентификация устройств, VPN и механизмы обновления ПО по защищённому каналу.

Централизованное хранение геопривязанных изображений и телеметрии, инструменты Big Data для агрегации и долгосрочного анализа урожайности и эффективности операций. Модели как сервис: обновление и деплой моделей в облаке; дистанционное обучение и дообучение моделей на основе новых данных с полей (Federated Learning - для приватности данных от разных хозяйств). API и интеграция: интерфейсы для интеграции с системами управления фермой (Farm Management Information Systems - FMIS), системами агрохимии и ERP.

Резервные сенсоры и алгоритмы graceful degradation при отказе части подсистем (например, переключение на безопасный режим движения при потере GNSS). Функциональная безопасность: соблюдение стандартов (аналогичных ISO 26262 в автомобильной отрасли - адаптация к сельскому машиностроению) и разработка безопасных сценариев остановки и эвакуации техники. Кибербезопасность: защита от подмены команд, вмешательства в каналы связи и защищённое обновление ПО. Устойчивость к условиям среды: защита сенсоров и электроники от пыли, влаги, вибрации; адаптивные алгоритмы к изменчивым условиям освещённости и погоде.

Полноразмерные автономные тракторы предназначены для выполнения тяжёлых полевых работ: пахота, культивация, посев. Они оснащаются системами автопилота, комплексом сенсоров и зачастую дублированными системами безопасности. Их использование экономически оправдано на крупных фермах и агрохолдингах. Роботы-опрыскиватели и малые роботы платформы с навесным оборудованием используются для точечного опрыскивания, механического или термического уничтожения сорняков, мониторинга состояния посевов. Преимущества - меньшая нагрузка на почву, высокая точность нанесения препаратов и возможность частых проходов по полю без ущерба для культур. Дроны и мультиагентные системы БПЛА используются главным образом для мониторинга, картирования и локального опрыскивания. Комбинация дронов, малых наземных роботов и крупных автономных машин позволяет создать гибкую экосистему, где каждая платформа выполняет оптимальную задачу [3].

Экономическое обоснование внедрения затрат и факторы окупаемости включают стоимость техники, установки RTK(базовая станция передает коррекции по радиоканалу), обеспечивает

сантиметровую точность и практически мгновенную реакцию на движение трактора, систем связи, обучения персонала и техобслуживания. Экономия достигается за счёт снижения расходов на рабочую силу, оптимизации расхода топлива и химических средств, увеличения производительности за счёт более длительного использования техники. Для средних и небольших хозяйств удобнее не покупать технику сразу, а брать её в аренду или объединяться с другими фермерами и владеть ей вместе. Такие варианты снижают стартовые расходы и дают возможность проверить, насколько техника полезна, прежде чем вкладывать большие деньги. Преимущества и потенциальные эффекты включают в себя повышение точности операций и снижение расхода ресурсов, точное внесение удобрений и средств защиты растений уменьшает перерасход и негативное воздействие на окружающую среду. Снижение уплотнения почвы малыми роботами платформами и оптимизированные маршруты снижают потенциальный вред структуре почвы по сравнению с частыми проходами тяжёлой техникой. Операторы переводятся в роль наблюдателей и аналитиков, что снижает трудовую нагрузку и повышает безопасность [4].

Регулирование автономных транспортных средств и машин в сельском хозяйстве требует соответствия национальным стандартам и нормативам. Вопросы ответственности при инцидентах, регистрации техники и допуска на дорогах остаются на стадии развития нормативной базы. Технические и эксплуатационные риски погодные условия (дождь, туман, снег, пыль) могут снижать эффективность сенсоров. Необходима адаптация алгоритмов и резервные системы навигации. Также важна кибербезопасность систем управления и связи. Сервисная поддержка в отдалённых районах критична, доступность сервисных центров и запасных частей мала. Локальная подготовка специалистов по обслуживанию становится важнейшей частью успешного внедрения [5].

Практические рекомендации по внедрению. Этапы пилотного проекта:

1. Оценка готовности хозяйства (поля, связь, персонал).
2. Выбор платформы (аренда или покупка).
3. Настройка RTK/коррекций и интеграция с FMIS.
4. Обучение персонала и отработка процедур безопасности.
5. Пилотная эксплуатация на ограниченном участке.
6. Оценка экономических показателей и масштабирование.

Рекомендуется использование стандартов обмена данными (ISOBUS, AgriBus-NAVI, Agrirouter) и интеграция с существующими системами учёта. Обучение и изменение роли персонала инвестировать в подготовку операторов и техников, развивать навыки аналитики данных и удалённого мониторинга.

Отечественные пилоты и некоторые российские хозяйства, научно-исследовательские институты проводят полевые испытания автономных платформ и адаптацию отечественных тракторов под автопилот с целевым внедрением на полях овощных и зерновых культур. Автономная сельскохозяйственная техника — это техника, способная самостоятельно планировать маршрут, принимать решения и выполнять агротехнические операции. Преимущества данной техники это повышение эффективности использования ресурсов, точное внесение воды, удобрений и средств защиты растений позволяет снизить потери и минимизировать воздействие на окружающую среду. Зарубежный опыт в странах ЕС и США активно используются роботы-опрыскиватели в овощеводстве и малые наземные роботы для прополки. Эти проекты показывают сокращение расхода химических средств и повышение эффективности обслуживания высокоплотных посадок.

Первоначальные вложения выше по сравнению с традиционной механизированной техникой, однако операционные затраты на топливо и фонд рабочей силы сокращаются. Рентабельность зависит от масштаба хозяйства, типа культур и климата региона. С учетом снижения потерь и повышения урожайности возврат инвестиций может занимать от нескольких лет до менее чем одного цикла. Модель сервисной аренды или общего использования (Shared Autonomous Vehicle) может снизить порог входа для мелких хозяйств.

Есть и разные риски:

1. Технические: необходимость устойчивого соединения, решение вопросов автономного кризисного поворота, аварийные сценарии и отказоустойчивость систем.

2. Правовые и регуляторные: требования к сертификации оборудования, ответственность за возможные повреждения и безопасность на полях, защита данных.

3. Экологические: влияние эксплуатации на почву, биоразнообразие и местные экосистемы.

4. Социальные: адаптация рабочей силы, обучение фермеров и операторов, с сохранением рабочих мест в смежных сферах.

Перспективы развития ожидается дальнейшее снижение стоимости датчиков и вычислительных модулей, развитие 5G-инфраструктуры и появление гибридных решений, объединяющих крупные автономные машины и мелкие роботы. Большую роль будет играть программная совместимость и стандартизация протоколов обмена данными.

Таким образом роботизация и автоматизация полевых работ являются ключевыми направлениями модернизации сельского хозяйства. Автономные тракторы и роботы-опрыскиватели

предоставляют значительные преимущества в точности, экономии ресурсов и охране окружающей среды, однако для их массового внедрения необходимы дальнейшее развитие нормативной базы, развитие сервисной инфраструктуры и обучение персонала. Пилотные проекты, аренда техники и кооперативные модели владения помогут ускорить адаптацию технологий в российских условиях.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Абдуллин, Э., Б. Автоматизация координатных измерений в машиностроении: Учебное пособие / Э. Б. Абдуллин. - СПб.: Лань, 2016. - 160 с.
2. Жуков В. И., Иванов П. С. Роботизация сельскохозяйственных работ: современные тенденции и перспективы // Агропромышленный журнал. - 2021. - №4. - С. 12-20.
3. Лавров Е. П., Михайлова Н. В. Дроны и роботизированные платформы в агромониторинге: практические рекомендации // Агроинформатика. - 2021. - №2. - С. 55-68.
4. Петров К. В., Смирнов А. Л. Точность позиционирования и применение RTK в сельском хозяйстве // Техника и технологии в сельском хозяйстве. - 2019. - №6. - С. 34-43.
5. Сидоров А. Н. Автономные тракторы и возможности их внедрения в российских хозяйствах // Техника и технологии в сельском хозяйстве. - 2021. - №3. - С. 98-103.

УДК 637.3.057

Максимов Д. Е.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Аннотация. Статья посвящена особенностям внедрения инновационных решений, способствующих повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Этому также способствует повышение автоматизации производства в (АПК).

Ключевые слова: цифровизация, роботизация, искусственный интеллект, агротехнологии, датчики, IoT, геоинформация, дроны, теплицы, управленческие решения, предиктивные модели, экономия ресурсов.

На сегодняшний автоматизация играет важную роль в агропромышленном комплексе, который обеспечивает продовольственные запасы страны. Современные тенденции показывают рост интереса к цифровизации и автоматизации процессов, позволяющих повысить производительность труда, снизить расходы, увеличить качество производимой продукции и ее производительность труда. Сегодня агропромышленный комплекс (АПК) переходит на качественно новый уровень. Активная цифровизация сельского хозяйства, роботизация производства и искусственный интеллект делают отрасль всё более высокотехнологичной. Фермеры постепенно уходят от физического труда к инновационному управлению, а ИИ становится обыденным инструментом работы. Уже сейчас геоинформационные системы анализируют типы и площади различных сельскохозяйственных культур, IoT-устройства (GPS-маячки, датчики и т. д.) непрерывно мониторят климатические показатели и параметры урожайности, а агродроны обрабатывают средствами защиты растений до 50 гектаров в час. Беспилотными системами управления оснащены свыше 12 тысяч тракторов и почти 3 тысячи комбайнов в стране. Роботизированные системы отвечают за кормление и доение животных на фермах. Многие хозяйства уже прошли этап автоматизации, внедрили системы сбора данных, датчики, видеофиксацию, базовую аналитику. Сегодня появилась технологическая готовность двигаться дальше - к управлению производством на основе предиктивных моделей, к более точной и адаптивной системе принятия решений [1].

Искусственный интеллект и Big Data. Сельское хозяйство, наряду со здравоохранением, транспортом, промышленностью и строительством, вошло в число приоритетных для внедрения ИИ отраслей российской экономики ещё в 2023 году. Сегодня порядка 40% аграрных предприятий используют цифровые инструменты и ИИ, а к 2030 году цифровизация отрасли достигнет 70-80% [2, 3].

Среди основных проблем, препятствующих широкому распространению автоматизации, выделяется:

– Высокая стоимость оборудования и программного обеспечения;

– Ограничение возможности финансирования инновационных проектов;

– Нехватка квалифицированных кадров, обладающих необходимыми компетенциями для эксплуатации новых технологий;

На данный момент особое внимание уделяется развитию новейшим автоматизированным оборудованиям, среди которых:

– По прогнозам, к 2027 году около 30% всех сельскохозяйственных предприятий России будут автоматизированы с помощью использования дронов.

– Ожидается, что к началу 2027 года доля автоматизированных машин на базе искусственного интеллекта вырастет до 25%.

– Планируется, что к 2027 году построят и введут в эксплуатацию около 100 новейших образцов сети умных теплиц, которые позволят сэкономить около 30% воды и 20% энергии в сравнении с обычными теплицами.

– В 2026 году планируют внедрить в систему программного обеспечения около 1000 агропромышленных хозяйств, что позволит автоматизировать систему управления сельского хозяйства и сэкономить до 15% на управленческой деятельности АПК.

Анализ больших объемов данных позволяет оптимизировать процессы принятия управленческих решений, повышать эффективность производственных операций и снижать риски. Интеграция датчиков, сенсоров и спутниковых изображений создает условия для точной оценки состояния посевов, качества почв и климатических условий [2].

Развитие роботизированных комплексов способно значительно сократить потребность в ручном труде, уменьшить влияние человеческого фактора и обеспечить высокую точность выполнения работ. Применение беспилотников, автономных тракторов и комбайнов становится экономически оправданным решением для многих регионов России.

Благодаря развитию технологий анализа больших данных и дистанционному зондированию земли, российские фермеры смогут получать точную информацию о состоянии почвы, уровне влажности, плотности посадки семян и потребностях растений в удобрениях. Это позволит минимизировать потери урожая и существенно повысить рентабельность сельхозпроизводства.

Увеличивается количество беспилотных тракторов, роботов-доярок и устройств для автоматического внесения удобрений. Эти технологии сделают сельское хозяйство менее зависимым от человеческого труда и повысят общую производительность.

Применение роботов и дронов помогает автоматизировать многие сельскохозяйственные операции, такие как мониторинг полей, посев семян, обработка почвы и сбор урожая. Например, беспилотные аппараты используются для аэрофотосъемки и анализа состояния растений, позволяя выявлять заболевания и дефициты питательных веществ на ранних стадиях. Автоматизация систем управления в агропромышленном комплексе (АПК) приобретает особую значимость в условиях растущего спроса на продукты питания и стремления к обеспечению устойчивого развития сельского хозяйства. Россия обладает значительным потенциалом для увеличения производства сельскохозяйственной продукции и повышения её конкурентоспособности на внутреннем и международном рынках. Однако реализация этого потенциала требует внедрения передовых технологий, автоматизации процессов и эффективного управления ресурсами. Правительством России активно разрабатываются программы поддержки цифрового сельского хозяйства, предоставляются гранты и льготные кредиты для покупки современной техники и оборудования. Это стимулирует развитие инноваций и повышение уровня механизации [2].

Современные технологии предлагают широкий спектр сенсорных устройств, фиксирующих влажность почвы, уровень удобрений, кислотность и прочие показатели. Автоматизированные системы полива и внесения удобрений обеспечивают оптимальное количество ресурсов для каждого участка поля, минимизируя затраты и повышая урожайность.

Искусственный интеллект играет ключевую роль в анализе больших объемов данных, поступающих от сенсоров и автоматизированных систем мониторинга. Алгоритмы машинного обучения помогают строить прогнозы относительно погодных условий, заболеваний растений и эффективности сельскохозяйственных мероприятий.

ИИ применяется для оптимизации процессов управления водными ресурсами, удобрениями и энергией. Интеллектуальные алгоритмы обрабатывают данные с датчиков влажности почвы, метеостанций и спутниковых снимков, определяя оптимальный график поливов и подкормок. Такой подход обеспечивает экономию ресурсов и повышение урожайности.

Машинное обучение и большие данные применяются для обработки огромных массивов информации, собираемых с полей, животноводческих комплексов и складских помещений. ИИ-аналитика позволяет предсказывать погодные явления, болезни растений, потребности скота в питании и планировать логистику поставок.

Автономные трактора, комбайны и дрели оснащаются системами компьютерного зрения и навигации на основе ИИ. Они способны самостоятельно перемещаться по полю, избегать препятствий и точно выполнять заданные операции, сокращая расходы на рабочую силу и повышая точность работ.

Компьютерное зрение и глубокое обучение используются для автоматического обнаружения признаков заболеваний растений, повреждений листьев и присутствия насекомых-вредителей.

Камеры и дроны собирают визуальные данные, которые анализируются алгоритмами ИИ для раннего выявления проблем и принятия профилактических мер.

Алгоритмы ИИ участвуют в генетической селекции новых сортов растений и пород животных, моделируя комбинации генов и прогнозируя характеристики будущих поколений. Это ускоряет создание высокоурожайных и устойчивых к стресс-факторам видов.

Интеллектуальные системы планирования и управления запасами оптимизируют хранение, транспортировку и продажу сельскохозяйственной продукции, минимизируя потери и поддерживая свежесть товаров [3].

Выделяются следующие значения ИИ для устойчивого развития АПК:

– Экономия ресурсов снижает потребления воды, энергии и удобрений;

– Рост продуктивности увеличивает урожайность и улучшение качества продукции;

– Экологическая безопасность сокращает отходов и уменьшает негативные воздействия на окружающую среду.

– Устойчивость к изменениям климата адаптирует методы земледелия и животноводства к меняющимся климатическим условиям;

– Оптимизация трудовых ресурсов высвобождает работников для более квалифицированной деятельности.

Среди основных направлений в АПК выделяют точное земледелие, которое основано на применении геопространственных технологий, таких как ГИС (географические информационные системы) и GPS (глобальная система позиционирования), для точного учета характеристик каждого участка поля. Данная технология позволяет проводить дифференцированное внесение удобрений и гербицидов, контролировать состояние почвы и растения.

Широко используются беспилотные летательные аппараты (дроны) и наземные роботы для мониторинга полей, обнаружения вредителей и болезней растений, а также для опрыскивания и подкормки. Автономные транспортные средства позволяют обрабатывать большие участки земли быстрее и эффективнее.

Особенно применяются информационно-коммуникационные технологии, помогающие организовывать эффективное взаимодействие между всеми участниками цепочки поставок сельскохозяйственной продукции. Электронные базы данных, облачные сервисы и мобильные приложения обеспечивают доступ к актуальной информации о погоде, ценах на сырье и конечную продукцию, а также поддерживают логистику и маркетинг.

Кроме того, важной тенденцией является развитие сотрудничества между государством, бизнесом и научно-исследовательскими институтами. Совместные проекты и программы позволяют ускорить внедрение инновационных технологий, обеспечивают необходимое финансирование и подготовку кадров. В рамках государственной поддержки осуществляется создание инновационных кластеров и платформ, которые объединяют производителей, разработчиков и научные организации, способствуя обмену знаниями и ускорению коммерциализации новых решений в сфере агротехники и автоматизации. Особое внимание уделяется развитию экспортных возможностей российских технологий в аграрном секторе. Международные партнерства и участие в глобальных выставках и конференциях стимулируют внедрение российских инноваций на зарубежных рынках, расширяя экспортный потенциал страны. Это способствует укреплению позиций российских разработчиков и поставщиков автоматизированных систем, а также повышает конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства на мировом уровне. Также стоит отметить, что в последние годы наблюдается рост инвестиций в агротехнологические стартапы и венчурное финансирование. Инновационные компании получают поддержку через государственные гранты, частные инвестиции и программы акселерации, что способствует ускорению разработки и внедрению новых решений, таких как системы искусственного интеллекта, роботизированные комплексы и платформы для хранения и анализа данных. Это создает новые рабочие места, стимулирует развитие высокотехнологичного сектора и формирует инновационную экосистему в отрасли [3].

Тем самым, развитие интеграции научных достижений, расширение партнерств, стимулирование инвестиций и международного сотрудничества создают мощный импульс для дальнейшего прогресса в автоматизации и цифровизации российского сельского хозяйства, делая его более устойчивым, эффективным и конкурентоспособным в глобальном масштабе.

Еще одной важной составляющей современного развития является усиление интеграции с международными инициативами и участием в мировых научно-производственных проектах. Россия активно участвует в международных исследованиях и обмене опытом, а также в стратегиях по обеспечению продовольственной безопасности и экологической устойчивости. Такие международные связи стимулируют внедрение передовых решений, повышают доступ к новым технологиям и способствуют развитию экспортного потенциала российской продукции и технологий.

Дополнительно, существенный акцент делается на использовании блокчейн-технологий для повышения прозрачности и прослеживаемости продуктов, а также для улучшения логистики и цепочек поставок. Эти системы позволяют обеспечить безопасность данных, автоматизировать

документацию и снизить риски мошенничества или ошибок, что важно для повышения доверия потребителей и партнеров.

Развитие цифровых платформ и мобильных приложений, предназначенных для фермеров, позволяет им управлять своими хозяйствами более эффективно, получать актуальную информацию о погодных условиях, ценах, советах по агротехнологиям и оставаться в постоянном контакте с экспертами и поставщиками.

Кроме того, развивается направление создания интегрированных цифровых платформ, которые объединяют разные компоненты агропромышленного комплекса - от производства до реализации продукции. Такие платформы позволяют автоматизировать процессы планирования, прогнозирования и управления всей цепочкой поставок, что значительно снижает издержки и минимизирует потери продуктов. Они также способствуют созданию устойчивых моделей управления, основанных на реальных данных, что повышает эффективность и адаптивность хозяйств в условиях меняющегося климата и рыночных условий [4].

Важным аспектом становится развитие технологий точного земледелия, включающих использование дронов, спутниковых снимков, датчиков и IoT (Интернет вещей). Эти технологии позволяют собирать огромное количество данных о состоянии почвы, увлажнении, кислотности, уровне питательных веществ, температуре и влажности воздуха. Анализ этих данных в режиме реального времени дает возможность принимать обоснованные управленческие решения - например, оптимально проводить подкормки, орошение или обработку растений, что существенно сокращает расход ресурсов и повышает урожайность. Активно внедряются системы предиктивной аналитики и моделирования рисков. Это позволяет предсказывать появление заболеваний, вредителей или погодных экстремальных ситуаций, заранее предпринимать меры профилактики и минимизировать возможные убытки. В связи с этим, в российском агропромышленном комплексе внедряются системы раннего предупреждения, которые используют машинное обучение и большие данные для своевременного обнаружения угроз. Инновационные подходы в управлении землей, включая использование пространственных данных и геоинформационных технологий, позволяют проводить бедрический и ресурсосберегающий перенос земельных участков, что повышает их эффективность и снижает экологическую нагрузку. Комплексы спутниковых систем и ГИС-технологий помогают не только вести мониторинг, но и планировать использование сельскохозяйственных угодий, учитывая особенности каждого участка. Помимо этого, активно развиваются биотехнологии и геномика, которые сочетаются с ИИ и позволяют создавать новые сорта и породы, устойчивые к болезням, стрессам и экстремальным условиям. Такие инновации способствуют снижению применения химикатов, повышению экологической чистоты продукции и улучшению её потребительских качеств [5].

Необходимо отметить, что внедрение новых цифровых и автоматизированных решений требует значительных инвестиций и высокого уровня цифровой грамотности сотрудников. В этом контексте важную роль играет государственная политика поддержки обучения, информирования и стимулирования инновационных инициатив. Современные образовательные программы, направленные на развитие цифровых компетенций в аграрных специалистах, обеспечивают формирование новой волны компетентных кадров, способных реализовать потенциал современных технологий.

Таким образом, развитие автоматизации в российском агропромышленном комплексе идет быстрыми темпами благодаря активным процессам цифровизации, роботизации и внедрению искусственного интеллекта. Несмотря на существующие проблемы, такие как высокая стоимость технологий и нехватка квалифицированных кадров, перспективы автоматизации выглядят многообещающе. Использование больших данных, аналитических инструментов и роботизированных систем способствует повышению продуктивности, снижению затрат и улучшению качества продукции. В ближайшие годы ожидается значительное увеличение доли цифровых технологий в сельском хозяйстве, что сделает российскую агроиндустрию конкурентоспособнее и устойчивее к внешним рискам.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Афанасьев А.Н., Щукин Ю.В. Цифровая экономика и цифровая трансформация российского агропромышленного комплекса // Экономика и управление. - 2022. - № 12. - С. 89-96.
2. Берестова Т.Ф., Захарова О.А. Автоматизация сельскохозяйственного производства и проблемы кадрового обеспечения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1. - С. 12-18.
3. Воронин А.С., Корягин Г.Г. Информационно-коммуникационные технологии в сельском хозяйстве: состояние и перспективы // Международный научный журнал «Молодежный ученый». - 2023. - № 10. - С. 34-40.
4. Голубев Д.И., Марков Е.Б. Инновационная политика и стратегия модернизации сельского хозяйства России // Агроэкономический вестник. - 2022. - № 3. - С. 11-19.

5. Загвозкин М.В. Основные направления формирования системы инновационного развития агропромышленного комплекса / М.В. Загвозкин, С.Н. Коновалова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2020 - Т. 13, № 2(65). - С. 104 -117.

УДК 637.3.057

Маркелова А.А.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Данная статья посвящена актуальным вопросам применения нанотехнологий в агропромышленном комплексе (АПК), раскрывающим перспективы их использования для повышения эффективности и надежности сельскохозяйственной техники. Рассматриваются методы модификации поверхностей деталей и узлов машин с помощью нанопокрытий, а также создание нанокомпозитных смазочных материалов, обеспечивающих существенное уменьшение коэффициента трения и износоустойчивость. Подчеркивается значение разработки композитных материалов с наноразмерными компонентами, которые расширяют диапазон применения техники в сложных климатических и производственных условиях. Отдельное внимание уделено вопросам улучшения характеристик двигателей внутреннего сгорания и повышения качества удобрений с помощью нанотехнологий.

Ключевые слова: модернизация, эффективность, нанотехнологии, стандартизация, метод.

Современный этап научно-технического развития отличается быстрым прогрессом инновационных решений, среди которых особо выделяется активное развитие нанотехнологических исследований. Результаты фундаментальных исследований и практические успехи нанотехнологий демонстрируют значительные перспективы в повышении эффективности промышленного производства, особенно в аграрном секторе. Одним из главных направлений применения нанотехнологий является модернизация сельскохозяйственной техники и оборудования, что направлено на увеличение продуктивности при одновременном снижении затрат на обслуживание и ремонт.

Применение технологических методов, базирующихся на манипуляции структурными элементами материалов на молекулярном и атомарном уровнях, открывает принципиально новые возможности оптимизации конструктивных особенностей сельскохозяйственных машин. Модификация поверхностных свойств элементов конструкций путем целенаправленных изменений физико-химической структуры материала позволяет добиться значительного увеличения прочностных характеристик и долговечности важнейших рабочих узлов и компонентов, продления сроков межремонтного ресурса оборудования, снижения энергозатрат и рационализации операционного цикла технологического процесса.

Именно поэтому интеграция нанотехнологий в сферу сельскохозяйственного машиностроения оказывает позитивное влияние на развитие отечественной экономики, способствуя решению стратегических задач обеспечения национальной продовольственной безопасности и устойчивого роста сельских территорий [1].

Нанотехнологии проявили себя как эффективный инструмент для модификации и улучшения функциональных характеристик поверхностей металлических деталей, находящих важное применение в различных отраслях промышленности. За счёт нанесения тонких слоистых покрытий из композиционных материалов, таких как оксид алюминия (Al_2O_3), нитрид кремния (Si_3N_4) и углеродные нанотрубки, удаётся существенно повысить износостойкость рабочих элементов сельскохозяйственной техники, включая тракторные агрегаты и комбайновые узлы. Ярким примером является специальное защитное покрытие цилиндров двигателей тракторов, позволяющее продлить срок их службы приблизительно на треть, что подтверждает значимость подобной практики.

Метод микродугового оксидирования заключается в подаче электрического тока, который вызывает возникновение микровспышек разряда между деталью и электродом, погруженным в электролит. Тепло, химико-плазменные реакции и гидродинамические эффекты преобразуют верхний слой металлической детали в прочный керамический материал, обеспечивающий высокую стойкость к износу и механические нагрузки.

Качество и функциональные характеристики сформированного покрытия зависят от множества факторов, включая толщину покрытия, плотность и размеры пор. Применяемая методика микродугового оксидирования позволяет создавать однородные покрытия как на внешней, так и внутренней поверхности деталей сложной геометрической формы, включая углубления и отверстия.

Толстые покрытия предпочтительно получают именно методом МДО, тогда как тонкие покрытия лучше наносятся посредством традиционного анодирования.

Эффективность применения нанотехнологий наглядно иллюстрируется результатами экспериментов с покрытиями, используемыми в сельскохозяйственной технике. Прочный и надежный защитный слой на цилиндрических компонентах двигателей тракторов предотвращает негативные последствия механических воздействий, усталость металла и коррозию, что существенно продлевает срок службы деталей и сохраняет эксплуатационные характеристики на высоком уровне в течение продолжительного времени.

Нанокомпозитные смазочные материалы представляют собой еще одно из наиболее перспективных направлений применения нанотехнологий в промышленной практике. Эти материалы содержат специальные добавки в виде мелкодисперсных частиц, таких как графитовые наночастицы, дисульфид молибдена и оксиды металлов, что придает смазочным веществам уникальные антифрикционные и адгезивные свойства. Примерами таких частиц являются графитовые наночастицы, дисульфид молибдена, оксиды металлов и ряд иных компонентов, вводимых в стандартные минеральные и синтетические масляные субстанции. Преимуществом данных смазок является способность существенно снижать коэффициент трения между движущимися поверхностями, что уменьшает износ и значительно продлевает срок службы механизмов и соединений. Уникальность данных смазочных материалов обусловлена формированием ими прочных граничных слоев на поверхности металлических компонентов, предотвращающих прямое соприкосновение поверхностей и сводящих к минимуму потерю энергии вследствие механического контакта. Главным механизмом действия нанокомпозитных смазочных материалов является образование сверхтонкого защитного покрытия, располагающегося непосредственно на рабочей поверхности металлических элементов механизма. Этот слой выполняет функцию дополнительного барьера, предотвращающего механическое столкновение металлических деталей друг с другом, снижая потери энергии и повышая эффективность работы оборудования. Наночастицы дополнительно накапливают смазочную жидкость внутри кристаллической решетки, постепенно высвобождая ее в ходе эксплуатации, что усиливает эффект смазки и продлевает срок службы узлов и механизмов.

Помимо прочего, наночастицы выполняют функцию запасных хранилищ смазочного материала, медленно выделяя его в ходе эксплуатации, что способствует дополнительному снижению степени износа и продлению жизненного цикла устройства. Примером практической реализации данной концепции является широко известный случай использования нанокомпозитных смазок, продемонстрировавший положительные результаты: включение наночастиц графита позволило снизить нагрев подшипниковых узлов, уменьшить вибрации и шумы, а также увеличить продолжительность эффективной эксплуатации узла [2].

Следовательно, современное поколение нанокомпозитных смазочных материалов демонстрирует высокий потенциал в плане повышения эффективности производства, увеличения рабочего ресурса оборудования, обеспечения рационального расходования ресурсов и повышения общих уровней технического сервиса и профилактического ремонта технических объектов.

Композиционные материалы представляют собой специально разработанные многокомпонентные структуры, объединяющие свойства матричной составляющей (чаще всего полимерной) и усиливающих агентов - преимущественно волокон либо наночастиц. Классически используемые волокнистые элементы, такие как стеклянные или углеродные нити, обеспечивают композиту прочность и жёсткость, однако внедрение наноразмерных компонентов позволяет кардинально усовершенствовать характеристики материала, выводя его на принципиально иной качественный уровень долговечности и функциональности.

Создание композитных конструкций, обогащённых нанонаполнителями, является инновационной методологией, открывающей перед проектировщиками и специалистами по материалам широкие возможности для кардинального улучшения механической прочности и эксплуатационного ресурса различных конструктивных элементов и сборочных единиц. Один из показательных случаев применения нанокомпозитных материалов - изготовление корпусных элементов навесного оборудования для сельскохозяйственной техники.

Продукция подобного типа отличается повышенной устойчивостью к механическим деформациям и воздействию агрессивных сред, что делает её незаменимой в широком спектре индустриальных приложений. Использование нанотехнологий в производственном цикле композитных материалов предоставляет специалистам доступ к новым возможностям проектирования, позволяя разрабатывать изделия, характеризующиеся большей степенью надёжности и эффективности, способные успешно функционировать при значительных динамических нагрузках и в суровых эксплуатационных условиях.

Современная индустрия нанокомпозитов переживает фазу бурного развития. Новаторские подходы к производству наночастиц и методик их интеграции в полимерные матрицы сулят дальнейшее улучшение эксплуатационных характеристик изделий. Ведущие международные

компании внедряют промышленные технологии выпуска композитов, дополненных наноаддитивами, поставляя обширный ассортимент продукции для удовлетворения потребностей различных секторов промышленности, начиная от сельского хозяйства и заканчивая строительством.

Прогресс исследовательской деятельности свидетельствует о дальнейшем росте доли нанокомпозитных материалов на рынке, замещающем традиционно применяемые полимеры и металлы. Ожидается, что они станут ключевой базой для последующих поколений конструкционных материалов, адекватно соответствующих требованиям развивающегося мирового рынка. Сегодня производство нанокомпозитных материалов находится на этапе активного роста. Новые открытия в области синтеза наночастиц и методов их введения в полимерные матрицы обещают дальнейший прорыв в совершенствовании свойств материалов. Уже сегодня ведущие производители выпускают широкий спектр нанокомпозитных материалов, удовлетворяющих потребности многих отраслей промышленности, от строительства до сельского хозяйства.

Большое значение имеет также улучшение характеристик двигателей внутреннего сгорания с помощью нанотехнологий. Эффективность работы двигателей повышается за счет добавления наночастиц в топливо, создания специальных покрытий для деталей и разработки новейших катализаторов для очистки выхлопных газов. Добавки на основе наночастиц, таких как металлический порошок или окислы металлов, способствуют лучшему сгоранию топлива, снижают его расход и выбросы загрязняющих веществ. Наноструктурные покрытия на детали двигателя повышают его долговечность, а катализаторы на основе нанодисперсных порошков обеспечивают выполнение экологических норм. Практический опыт показывает, что использование наночастиц в дизельных топливах привело к сокращению потребления горючего на 8-10%, при сохранении полной мощности двигателя. Такое снижение расхода топлива не только содействует экономии денежных средств, но и пролонгирует сроки эксплуатации сельскохозяйственной техники [3].

Важным элементом нанотехнологического подхода является специализированное оборудование, предназначенное для точного и эффективного распыления микроэмульсионных составов. Используются специализированные установки с форсунками из высококачественных керамических композитов, покрытых слоем диоксида циркония (ZrO_2). Диоксид циркония придаёт форсунке необходимую твёрдость и износостойкость, гарантируя длительный срок службы оборудования и точное регулирование размеров капель раствора. Эта технология обеспечивает равномерное и аккуратное распределение препарата по всей площади листьев растений, минимизируя перерасход средства и уменьшая ущерб экосистемам от излишнего внесения удобрений [4].

Активное внедрение нанотехнологий в агропромышленный сектор российской экономики стало важнейшим двигателем экономического роста и повышения конкурентоспособности отечественных производителей. Помимо очевидных многочисленных преимуществ, возникающих в результате применения нанотехнологий, существует ряд определённых проблем, связанных с адаптацией имеющихся разработок к российским условиям производства. Особое внимание следует уделить разработке единой нормативной базы и стандарта оценки и проверки соответствия нового оборудования и материалов установленным нормам и требованиям [5].

Стандартизация методов испытаний и сертификационных процедур обеспечит прозрачность и доверие к применению инновационных технологий, что будет способствовать широкому распространению нанотехнологий в российском машиностроении и усилит конкурентоспособность российской продукции на внутреннем и зарубежном рынках.

Таким образом внедрение нанотехнологий в аграрный сектор будет способствовать повышению эффективности экономики и укрепления позиций России на мировых рынках. В частности, российские сельскохозяйственные предприятия смогут воспользоваться преимуществами нанотехнологий для создания новых образцов техники, соответствующей мировым стандартам качества и экологической безопасности.

Научный руководитель – Швецова Н.К., к.э.н., доцент

Список литературы

1. Гвоздев А.А. Исследование триботехнических характеристик перспективных смазочных материалов с углеродными наночастицами / А.А. Гвоздев // Жидкие кристаллы и их практическое использование. - 2018.- № 1.- С. 66-72.
2. Гынгазов С.А. Получение композиционной нанокерамики на основе диоксида циркония / С.А. Гынгазов // Инновации в информационно-аналитических системах. - 2014.- № 4. - С. 88-91.
3. Ерохин М.Н. Применение изделий из композиционных материалов при модернизации и проектировании животноводческих ферм и комплексов / М.Н. Ерохин // Техника и технологии в животноводстве. - 2014. - № 4 (16). - С. 35-40.
4. Рахматуллина Э.И. Повышение качества деталей двигателей внутреннего сгорания с помощью износостойких покрытий / Э.И. Рахматуллина // Молодой ученый. - 2021.- № 3 (345). - С. 101-103.

5. Тарасов П.И. Пути экономии дизельного топлива на карьерном автотранспорте / П.И. Тарасов // ГИАБ. - 2008. - № 9. - С. 359-375.

УДК 637.3.057

Розумов Ф.М
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

УПРАВЛЯЕМЫЕ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. В статье рассматриваются современные технологии управления конвейерами, применяемые для обработки сельскохозяйственной продукции. Анализируются существующие системы автоматизации процессов транспортировки, сортировки и упаковки продуктов растениеводства и животноводства. Это направлено на изучение особенностей проектирования и эксплуатации автоматизированных конвейерных систем, предназначенных для обработки сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: управляемые конвейеры, обработка сельскохозяйственной продукции, транспортировка, сортировка, интеллектуальные системы управления, повышение эффективности, снижение потерь сырья автоматизация процессов.

Эффективность сельскохозяйственного производства определяется не только качеством выращенной продукции, но и уровнем организации её последующей первичной обработки, включая доставку урожая от поля до перерабатывающего завода, удаление примесей, предварительную подготовку и фасовку товара перед отправкой потребителю. Именно эта задача решается благодаря применению специализированных конвейерных комплексов.

Технология, основанная на применении автоматических ленточных, цепных и шнековых конвейеров, получила широкое распространение, начиная с середины XX века. Сегодня данная отрасль активно развивается, предлагая всё более сложные решения, направленные на снижение потерь и увеличение рентабельности сельскохозяйственного бизнеса.

Первые промышленные образцы ленточных конвейеров появились ещё в XIX веке и использовались преимущественно для транспортировки угля и руды. Затем подобная технология стала распространяться на сельское хозяйство, позволяя эффективно перемещать зерно, овощи и фрукты. Изначально конвейеры были простыми механическими устройствами, движущими продукцию вручную или паровыми машинами.

Однако постепенно возникла потребность в создании высокопроизводительных комплексных установок, способствующих ускорению всего технологического процесса, начиная от уборки урожая и заканчивая упаковкой товаров. Это привело к появлению управляемых механических систем, оснащённых электронными датчиками и микропроцессорами.

Конвейерная лента является важнейшей составляющей деталью ленточного конвейера. Лента является одновременно грузонесущим и тяговым органом ленточного конвейера. Ее прочный материал помогает 24 транспортировать самые разнообразные сыпучие, кусковые и штучные грузы. Конвейерная лента позволяет перемещать материалы на большие расстояния. Ее применение делает производственный процесс экономичным и фактически бесперебойным. Материалы и конструктивные особенности лент зависят от типа транспортируемой продукции. Лента выполняет передвижение груза на всей собственной протяженности горизонтально, наклонно под легким наклоном или прямым углом. Конвейерные ленты применяются практически во всех сферах промышленности. Без них сложно представить химическое и пищевое производство. Конвейерные ленты должны обладать высокой прочностью для обеспечения передачи тягового усилия, поперечной гибкостью, способствующей образованию желоба, ограниченным удлинением для обеспечения минимального хода натяжных устройств конвейера, износостойкостью обкладки, стойкостью к ударным нагрузкам, порезам и порывам, расслоению, гниению, плесени, воздействию микроорганизмов и насекомых, окружающей среды. Ленты должны иметь минимальную толщину для уменьшения возможности расслоения при огибании барабанов, сохранять прочностные и геометрические характеристики в процессе эксплуатации. Оптимальной считается конвейерная лента, имеющая минимальную стоимость и достаточную долговечность [1].

Специальные типы лент должны обладать также негорючестью, сохранять работоспособность при низких температурах, иметь низкое набухание в различных средах, обеспечивать, возможно, более длительное сопротивление тепловым нагрузкам, позволять транспортирование неупакованных пищевых продуктов. Эксплуатационные требования, предъявляемые к конвейерным лентам, обусловливают применение соответствующих резин и армирующих материалов в тяговом слое.

Современный рынок представлен широким спектром конвейерных устройств, среди которых особо выделяются следующие разновидности:

1. Ленточные конвейеры общего назначения
2. Специальные скребковые установки
3. Модулированные винтовые устройства
4. Комплексные роликовые системы
5. Агрегаты для очистки овощей и фруктов
6. Установки для дозирования удобрений и семян

Каждая разновидность характеризуется своими преимуществами и недостатками, которые будут рассмотрены подробнее в последующих разделах.

Перемещение продукта вдоль заданной траектории с постоянной или регулируемой скоростью. Классификация конвейеров производится по нескольким критериям:

1. По типу транспортной поверхности (лента, ролики, цепи).
2. По назначению (перевозка зерна, овощей, плодов).
3. По принципу работы привода (электрический, гидравлический, пневматический).
4. По степени автоматизации (полностью ручной, полуавтоматический, полностью автоматический).

Наиболее распространёнными остаются ленточные конвейеры, используемые практически повсеместно в фермерских хозяйствах, хранилищах и заводах по производству соков и консервированных продуктов. Использование автоматизированных конвейерных систем даёт целый ряд преимуществ производителям сельскохозяйственной продукции:

1. Повышение скорости обработки урожая
2. Уменьшение числа повреждений продукции
3. Возможность параллельной очистки и сортировки
4. Сокращение трудозатрат на выполнение повторяющихся работ
5. Увеличение срока годности упакованных товаров
6. Улучшение санитарно-гигиенических условий на предприятии

Вместе с тем существуют определённые трудности, возникающие при эксплуатации таких систем: 1. Высокая первоначальная стоимость приобретения и монтажа оборудования

2. Необходимость регулярного техобслуживания и ремонта изношенных деталей
3. Требования к квалифицированному персоналу для настройки и поддержки работоспособности

Возможные перебои с электроснабжением, влияющие на бесперебойность процесса

Тем не менее опыт многих хозяйств показывает, что инвестиции в установку автоматизированных конвейеров окупаются достаточно быстро, особенно при больших объёмах производства.

Примером успешного применения автоматизированных конвейерных систем служит предприятие «Агрокомплекс имени Н.И. Ткачева», расположенное в Краснодарском крае. Здесь установлены современные комплексы, обеспечивающие приём, сушку и первичную обработку кукурузы, пшеницы и подсолнечника. За счёт автоматизации удалось увеличить объём выпуска качественной продукции почти вдвое по сравнению с предыдущими методами. Другой интересный случай демонстрирует производство яблок и груш в Калининградской области. Благодаря установке роликовых конвейеров с функцией очистки и калибровки продукция поступает на полки магазинов в свежем и привлекательном виде, что позволило местным фермерам выйти на экспортные рынки Европы.Также заслуживает внимания опыт регионов Сибири и Дальнего Востока, где применение шнековых конвейеров помогает минимизировать потери картофеля и моркови при длительном хранении зимой [2].

Следовательно, российские производители демонстрируют положительную динамику роста благодаря грамотному выбору и правильной настройке автоматических конвейерных систем.

1. Совершенствование конструкций узлов и агрегатов
2. Расширение функционала встроенных электронных компонентов
3. Создание энергосберегающих моделей с минимальным воздействием на окружающую среду. Широкое внедрение беспилотных систем для управления потоками продукции унификация комплектующих для упрощения ремонтных работ.

Кроме того, значительный интерес вызывает интеграция систем управления продукцией с технологиями искусственного интеллекта и большими данными, позволяющими прогнозировать сроки созревания урожая, рассчитывать оптимальные маршруты поставок и контролировать качество на каждом этапе производства.

Современное развитие технологий позволит создать универсальные модульные системы, способные самостоятельно настраиваться под конкретные условия производства. Будут активно внедряться инновационные методы очистки воздуха и воды, что обеспечит улучшение экологической обстановки вокруг предприятий [3].

Работа конвейера регулируется автоматически или вручную оператором. Автоматика контролирует подачу электроэнергии, изменение направления движения, поддержание необходимой скорости и включение аварийных сигналов при возникновении неисправностей.

Автоматизированные системы позволяют существенно экономить электроэнергию, снижают нагрузку на обслуживающий персонал и повышают общую производительность.

Развитие отечественной индустрии автоматизированных конвейеров позволит укрепить позиции российского сельского хозяйства на мировом рынке, сделав отечественный продукт конкурентоспособным по цене и качеству одновременно.

Разработка эффективных систем обработки и транспортировки сельскохозяйственной продукции играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии экономики регионов. Для успешной реализации этой задачи важно внедрение высокотехнологичных решений, повышающих конкурентоспособность продукции, снижающих риски порчи урожая и увеличивающих рентабельность предприятий агропромышленного комплекса.

Исследование показало высокую значимость рационального подхода к выбору и настройке управляющих систем конвейеров. Показано, что даже незначительные изменения в управлении потоками продукции приводят к существенному росту общей эффективности производства. Разработаны практические рекомендации по модернизации действующих систем и представлены сценарии дальнейших улучшений [4].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о значительном потенциале управляемого конвейерного транспорта в современном сельском хозяйстве и обоснованности вложений в дальнейшее развитие соответствующей техники и технологий.

Конвейерная лента между барабанами должна опираться на ролики, сплошные настилы, шины, комбинированные опоры, а также может поддерживаться воздушной подушкой. В зависимости от типа конвейера, назначения, его длины, производительности, а также вида транспортируемого груза применяется определенный вид опоры. Настилы (шины) проще и дешевле роликоопора, но движение конвейерной ленты по настилам связано с большим износом ленты и повышенным расходом энергии за счет трения скольжения, поэтому настилы применяют редко и только для коротких конвейеров малой производительности, чаще всего при перевозке штучных и малоабразивных сыпучих грузов. В конвейерах с роликоопорами иногда делают короткие настилы, шины в местах загрузки или промежуточной разгрузки ленты. Настилы изготавливаются из дерева либо стали, шины чаще изготавливают из проката (швеллер, уголок). В конвейерах с настилами можно устанавливать борта при транспортировании насыпного груза. Немецкая фирма Trellex изготавливает и поставляет специальную скользящую опору ленты в зоне загрузки, состоящую из 2-х слоев: полиэтилен и резина с вулканизированным алюминиевым профилем. В большинстве конструкций ленточных конвейеров применяются опорные ролики. Роликоопоры относятся к наиболее массовым элементам ленточных конвейеров. Его основным назначением является поддержание и создание свободного перемещения загруженной конвейерной ленты. К роликоопорам предъявляют высокие требования: надежности, минимального сопротивления вращению, центрирования ленты; создание необходимой желобчатости и долговечности работы [5].

Таким образом, одним из важнейших направлений улучшения производственно-технологических процессов является модернизация и обновление парка оборудования, в частности развитие управляемых конвейерных систем, широко применяемых на всех этапах обработки и хранения растительных и животных продуктов.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Батракова А.П., Кондратьева Н.С. Энергоэффективные технологии и техника для сельскохозяйственных производств // Проблемы современной агротехнологии. - 2020. - С. 45-51.
2. Курочкин А.Л., Карпенко Н.К. Механизация полевых и животноводческих производств: учебник. Москва: КолосС, - 2018. - 320 с.
3. Нестеров С.А. Обоснование оптимального шага вертикального пневмовинтового конвейера / Павлов П.И., Демин Е.Е., Нестеров С.А. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2010. - № 2 - с. 38-41.
4. Суров О.А. О технологической модернизации сельскохозяйственного производства России / Суров О.А. // Техника и оборудование для села. - 2005. - № 2 - с. 4-8.
5. Федосов Н.М., Свиридов С.Ю. Актуальные проблемы агротехнологического машиностроения // Международный журнал прикладных наук и технологий. - 2021. - С. 12-18.

УДК 637.3.057

Савостин И. А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ РОБОТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Статья посвящена особенностям внедрения роботизации в современную сельскохозяйственную отрасль, подчеркивается её ключевая роль в повышении эффективности производства и обеспечении продовольственной стабильности. Рассматриваются основные направления автоматизации агропредприятий, включая использование специализированных машин, интеллектуальных датчиков и цифровых технологий. Описаны положительные последствия внедрения роботизированных систем: увеличение точности обработки земель, облегчение тяжелого физического труда, экономичное расходование ресурсов и сокращение сроков производственных циклов. Подчеркнута важность интеграции государственных инициатив и поддержки научно-исследовательских проектов для успешного развития роботизированных агротехнологий.

Ключевые слова: роботизация, сельское хозяйство, автоматизация, агропредприятие, продовольственная безопасность, инновационные технологии, сельскохозяйственная техника, цифровые технологии, датчики, экономия ресурсов.

Сельскохозяйственная отрасль занимает центральное место в экономике страны, обеспечивая продовольственную стабильность и удовлетворяя базовые нужды населения. Но сегодняшний день сельское хозяйство сталкивается с серьезными проблемами: изменением климата, ростом численности населения, истощением земельных ресурсов и дефицитом рабочих рук. В этих условиях именно роботизация становится важнейшим инструментом повышения эффективности и устойчивости агропроизводства.

Процесс роботизации агрокомплекса представляет собой масштабную стратегию модернизации отечественного сельского хозяйства, направленную на радикальное сокращение участия человека в большинстве производственных процессов и сведение к минимуму влияния факторов риска, вызванных человеческими ошибками. Ключевым инструментом реализации этой цели выступает широкий спектр инновационных технологических решений, охватывающих специализированную сельскохозяйственную технику, мощные компьютерные вычислительные комплексы, высокоточные сенсорные устройства и эффективные методики глубокого анализа и грамотного управления информацией. Современная роботизированная техника способна выполнять самые разнообразные операции на полях, начиная от посева семян и заканчивая сбором урожая. Используемые здесь машины оснащены искусственным интеллектом, системами навигации и множеством встроенных датчиков, позволяющих анализировать внешние факторы (такие как влажность почвы, температура воздуха, состав грунта) и принимать точные решения относительно текущих действий. Компьютерные вычислительные комплексы обрабатывают огромные массивы данных, поступающие от сенсорных устройств, установленных на полях и технике. Анализ полученной информации позволяет создавать детальные карты участков, планировать оптимальные схемы посадки и ухода за растениями, предсказывать возможные угрозы для урожая и предлагать превентивные меры борьбы с ними. Сенсорные устройства представляют собой важный элемент всей роботизированной инфраструктуры агропромышленного комплекса. Датчики измеряют десятки параметров внешней среды и самих растений, передавая полученные данные на центральные серверы для последующей обработки и принятия управленческих решений. Среди применяемых сенсоров выделяются приборы для оценки влажности почвы, степени зрелости фруктов и овощей, выявления признаков заболеваний растений и обнаружения вредителей [1].

Глубокий анализ собранных данных осуществляется методами искусственного интеллекта и статистической аналитики, позволяющими получать полную картину текущего состояния дел на каждом участке поля. Результатом такого анализа становятся рекомендации по внесению удобрений, проведению мероприятий по защите растений и выбору сроков сбора урожая. Управленческий компонент роботизированного агрокомплекса заключается в координации всех звеньев цепочки производства, начиная от закупки семян и сырья и заканчивая поставкой готовой продукции конечному потребителю. Компьютеры управляют всеми этапами производства, определяя оптимальные маршруты движения техники, рассчитывая нужное количество вносимых удобрений и автоматически формируя отчёты о состоянии полей и итоговых показателях урожайности.

Все перечисленные элементы образуют единый организм современной роботизированной агроиндустрии, направленный на максимальное повышение производительности, снижение издержек и обеспечение высокого качества выпускаемой продукции. Внедрение указанных решений позволяет российским аграриям конкурировать на мировом уровне, удовлетворяя растущие потребности населения в качественной и доступной пище.

Благодаря внедрению автоматизированных систем фермерские предприятия достигают существенного прироста эффективности, повышают объемы и качество урожаев, высвобождают персонал для решения творческих и стратегических задач. Фермерские предприятия активно внедряют автоматизированные системы, достигая существенных успехов в повышении эффективности, увеличении объемов и улучшении качества урожаев. Освобождение персонала от рутинных и физически тяжелых задач позволяет работникам сосредотачиваться на творчестве и разработке стратегий развития бизнеса. Автоматизация прочно укоренилась в ежедневной практике большинства крупных аграрных производителей, демонстрируя высокий потенциал дальнейшего распространения в ближайшее десятилетие.

Интеграция умных агротехнологий обеспечивает фермерам беспрецедентные возможности концентрации на наиболее важных аспектах своей деятельности, доверяя выполнение утомительных и повторяющихся операций высокотехнологичным роботизированным помощникам. Эта тенденция открывает перед сельским хозяйством новые горизонты оптимизации процессов и увеличения доходности. Одной из важнейших особенностей автоматизированных систем является их способность обеспечить высочайшую точность и аккуратность в выполнении задач, почти полностью исключая вероятность случайных ошибок, присущих человеку. Современная техника оснащена высокочувствительными датчиками, способными непрерывно отслеживать условия окружающей среды и своевременно реагировать на любые отклонения. Например, интегрированные ирригационные системы с чувствительными элементами измерения влажности и температуры гарантируют идеальный режим полива, поддерживая стабильный рост и максимальную урожайность культурных растений. Кроме того, автоматизированные технологии освобождают рабочую силу от обременительных обязанностей, ранее занимавших большую часть рабочего времени. Традиционный метод ведения сельского хозяйства предполагал высокие физические нагрузки и длительные часы тяжелой физической работы, нередко становившиеся причиной переутомления и профессиональных заболеваний. Теперь же специализированные роботы берут на себя основную тяжесть, выполняемых вручную операций, предлагая комфорт и безопасность персоналу [2].

Особенно важным преимуществом является эффективное расходование ресурсов, достигаемое благодаря продвинутым алгоритмам планирования и контролю за потребляемыми материалами. Новые технологии позволяют точно рассчитать необходимое количество удобрений, инсектицидов и воды, необходимых для оптимального роста культур, таким образом, существенно экономя бюджет фермерского хозяйства и одновременно снижая отрицательное воздействие на природу. Операции, направленные на профилактику болезней растений, выполняются мгновенно, помогая избежать возможных убытков вследствие поражения посевов болезнями и вредителями. Помимо прочего, роботы успешно справляются с круглосуточным выполнением заданий, что увеличивает скорость обработки земель и ускоряет общий цикл производства. Уборка урожая становится быстрой и эффективной процедурой, существенно превосходящей по показателям традиционных методов, основанных исключительно на людском труде. Подобная организация процесса ведет к заметному повышению общей производительности и прибыли. Еще одним значительным плюсом автоматизации является значительное сокращение негативного воздействия на окружающую среду. Применение специализированных приборов и механизмов позволяет минимизировать количество используемых химических препаратов и уменьшить общее количество выбросов в атмосферу, создавая основу для экологически чистого и устойчивого производства продовольствия.

Будущее отрасли выглядит весьма перспективным, учитывая стремительное развитие технологий и широкое признание пользы автоматизации. Фермеры получают уникальные инструменты для эффективного ведения хозяйства, достижения высоких показателей производительности и снижения себестоимости конечной продукции. Дальнейшее продвижение цифровых решений обещает вывести отечественный аграрный комплекс на новый качественный уровень, приближая будущее высокоэффективного, конкурентоспособного и экологического сельского хозяйства. В качестве недостатков можно выделить высокую стоимость оборудования, недостаточную надежность и ремонтопригодность оборудования, технические неисправности, поломки и сбои программного обеспечения создающие риски для фермера [3].

Многие современные агроботы обладают ограниченными возможностями автономного функционирования. Они часто зависят от операторов, контролирующих процессы дистанционно. Интеллектуальность таких роботов пока недостаточно высока, чтобы самостоятельно распознавать болезни растений или животных. Инвестиции в исследования и разработки новых алгоритмов машинного зрения, анализа больших данных и самообучающихся систем, улучшение интеграции датчиков и камер позволит значительно повысить эффективность роботов. Решением станет Организация курсов переподготовки и повышения квалификации работников сельхозпредприятий, разработка образовательных программ, направленных на подготовку специалистов по обслуживанию и эксплуатации современных сельскохозяйственных роботов. Существует необходимость в высококвалифицированных кадрах. Так применение роботов требует квалифицированного

персонала, способного обслуживать и эксплуатировать технику нового поколения. Такие специалисты пока дефицитны на рынке труда, поскольку традиционные фермы традиционно ориентированы на использование низкоквалифицированной рабочей силы.

Современный рынок робототехники предлагает разнообразие следующих производственных процессов в сельском хозяйстве, таких как:

- Полевые роботы, то есть автономные трактора и комбайны, оборудованные системой навигации и компьютерным зрением, успешно заменяют традиционную механику. Управление ими осуществляется удаленно оператором, использующим спутниковые сигналы GPS.

- Сборочные и упаковочные роботы, то есть роботизированные манипуляторы осуществляют быстрый и точный сбор плодов и овощей, бережно упаковывая продукцию и минимизируя потери. Дополнительно роботы проводят мониторинг состояния посадок, измеряют кислотность почвы, ухаживают за культурами, выполняя прополку, обработку препаратами и полив.

- Животноводческие роботы, то есть автоматизация процессов кормления, доения и отслеживания здоровья животных существенно облегчает труд животноводов, освобождая их от рутинных обязанностей и повышая общую продуктивность хозяйств.

- Географические информационные системы (ГИС, ГИС-платформы, которые помогают фермерам принимать точные управленческие решения, визуализируя состояние участков, анализируя свойства почвы и климатические особенности территории. Такие системы интегрированы с метеостанциями и датчиками, обеспечивая своевременную реакцию на внешние воздействия.

- Вертикальное земледелие - метод выращивания культур в многоуровневых конструкциях (гидропонные установки, стеллажи, городские фермы). Позволяет рационально использовать ограниченную площадь и ресурсы, обеспечивая стабильный микроклимат и контролируемое питание растений.

- Беспилотные летательные аппараты (БЛА) - дроны с чувствительными сенсорами наблюдают за состоянием посевов, фиксируют признаки заболеваний, контролируют температурный режим и точечно наносят удобрения и средства защиты растений. В животноводстве дроны следят за стадами крупного рогатого скота, своевременно определяя больных особей.

- Искусственное опыление или создание роботов-насекомых с элементами искусственного интеллекта призвано компенсировать недостаток природных опылителей. Миниатюрные устройства с камерами и микродвигателями способны точно опылять заданные виды растений даже в неблагоприятных погодных условиях [4].

Переход от традиционной формы организации труда в агросекторе к роботизированным технологиям оказывает глубокое влияние на экономику предприятий, проявляющееся в широком спектре положительных эффектов. Прежде всего, замена значительной части ручного труда автоматизированными механизмами приводит к резкому сокращению расходов на оплату рабочей силы. Поскольку значительная доля бюджета предприятий тратится именно на зарплату наемных работников, переход на роботизированные технологии позволяет снизить эту статью расхода до минимума, параллельно решая проблему зависимости от сезонных трудовых мигрантов, привлечение которых сопряжено с дополнительными административными и финансовыми издержками. Более того, внедрение роботов минимизирует риски, связанные с возможными ошибками, допускаемыми людьми, а также снижает частоту несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Ошибки оператора или работника могут повлечь порчу продукции, нарушения технологического процесса и дополнительные финансовые убытки. Рутинные операции, выполненные роботами, оказываются гораздо точнее и надежнее, что положительно отражается на качестве и количестве произведенной продукции. Одним из главных экономических результатов роботизации является значительный прирост производительности труда. Автоматизированные системы способны обрабатывать большие площади в короткие сроки, оперативно откликаться на изменение спроса рынка и обеспечивать постоянное производство высококачественных товаров. За счет ускорения процессов сборки урожая, сокращения периода вегетации и устранения периодичности в выпуске продукции удается достичь стабильно высокого дохода, укрепляя финансовое положение аграрных предприятий [5].

Параллельно решается проблема оптимальной загрузки мощностей, которую трудно было поддерживать при доминировании ручных форм труда. По мере расширения площадей растениеводства возникает необходимость увеличивать численность работников, что связано с рядом ограничений, таких как недостаток рабочей силы, невозможность привлечения качественных специалистов и высокая цена найма профессионалов. Решение этих проблем достигается путем оснащения предприятий роботизированными технологиями, способными полноценно заменить большое число работников. Важная составляющая экономического эффекта состоит в снижении эксплуатационных расходов и удлинении срока службы используемого оборудования. Высококачественные комплектующие и продуманная конструкция промышленных роботов делают их долговечными и устойчивыми к внешним факторам, тогда как эксплуатация человеческой рабочей силы зачастую сопровождается быстрым износом организма и утратой способности продолжать интенсивный физический труд. Таким образом, инвестиции в роботизацию многократно окупаются за

счет уменьшения затрат на содержание и обучение персонала, улучшения качества продукции и повышения общего уровня эффективности аграрного производства.

Таким образом, роботизация сельского хозяйства становится ключевым элементом устойчивого экономического роста, обеспечивая эффективное производство качественной сельскохозяйственной продукции и поддерживая долгосрочную конкурентоспособность отечественных аграриев на мировом рынке.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Загазежева О.З. Перспективы снижения экологической нагрузки сельскохозяйственного производства на основе роботизации / О.З. Загазежева, Хаджиева М.И. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. - 2020. -№ 6 (98). - С. 145-154.
2. Захаров А. П. Организационно-экономический механизм инновационного развития сельского хозяйства. Актуальные проблемы агротехнологического машиностроения / А. П. Захаров // Международный журнал прикладных наук и технологий. - 2019. С. 17- 25.
3. Мишуров Н. П. Современные роботы в сельском хозяйстве / Н. П. Мишуров, Н. Ф. Соловьева, Ю. А. Цой // Техника и оборудование для села. - 2010 - № 5 - С. 46 -48.
4. Некрасов К. В. Организационно-экономический механизм инновационного развития перерабатывающей отроасли сельского хозяйства // Международный журнал прикладных наук и технологий. - 2021. - С. 22- 29.
5. Шалова С.Х. Обзор и анализ исследований в области систем обволакивающего интеллекта // Инженерный вестник Дона. - 2016 - № 4 С. 125.

УДК 637.3.057

Иванов Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые направления модернизации линий по производству кисломолочных продуктов в условиях современной пищевой промышленности. Проведен анализ технологических процессов от приемки сырья до упаковки готовой продукции. Особое внимание уделяется вопросам автоматизации, внедрения бережливых технологий и использования инновационного оборудования, роботизации и внедрение искусственного интеллекта. На основе актуальных примеров российских предприятий и патентных исследований показана эффективность модернизации различных участков производства – от гомогенизации и пастеризации до фасовки и укупорки.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, модернизация производства, автоматизация, линии розлива, бережливое производство, укупорочные автоматы, производительность труда, пищевое оборудование, патентные разработки, фасовочное оборудование.

Молочная промышленность является одной из ключевых отраслей пищевого сектора экономики России. Кисломолочные продукты – кефир, ряженка, йогурт, сметана, творог и другие – занимают значительную долю в структуре потребления населения. В условиях растущей конкуренции, повышения требований к качеству продукции и необходимости импортозамещения перед предприятиями отрасли остро встает вопрос технического перевооружения и модернизирования. Современные тенденции развития молочной отрасли характеризуются стремлением к максимальной автоматизации процессов, внедрению цифровых технологий контроля качества, повышению энергоэффективности и экологичности производства. Особое значение приобретает способность предприятий быстро переналаживать оборудование под выпуск различных видов продукции с учетом меняющегося потребительского спроса. Модернизация линии производства кисломолочных продуктов представляет собой комплексную задачу, требующую системного подхода к обновлению как аппаратурного оформления, так и технологических режимов. При этом важно учитывать не только современные достижения науки и техники, но и экономическую целесообразность внедряемых решений, их окупаемость и влияние на конечное качество продукта.

Традиционная линия производства кисломолочных продуктов включает несколько последовательных этапов: приемка и подготовка молока, нормализация, гомогенизация, пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания, сквашивание в резервуарах, перемешивание и охлаждение сгустка, розлив и упаковка готового продукта. На большинстве предприятий старой постройки основное оборудование характеризуется значительным износом,

достигающим 60-70%. Это проявляется в нестабильности температурных режимов, повышенном расходе энергоресурсов, частых отказах автоматики и, как следствие, снижении качества готовой продукции [1].

Анализ работы молочных заводов позволяет выделить типичные проблемы, требующие решения при модернизации: на устаревшем оборудовании потери молока и готовой продукции могут достигать 5-8% от объема переработки. Это связано с несовершенством конструкций насосов, трубопроводов, фасовочных автоматов; плохая очистка и дезинфекция оборудования (CIP-мойка) на старых линиях приводит к риску вторичного обсеменения продукции посторонней микрофлорой; многие операции выполняются вручную или требуют постоянного присутствия оператора для контроля параметров. По данным исследований, автоматизация позволяет сократить участие человека на наиболее трудоемких участках; частые остановки линий из-за неполадок второстепенных узлов (например, переворот крышек при фасовке) могут снижать общую эффективность на 15-20%. Существуют основные направления модернизации технологического оборудования. Одним из основных является пастеризация.

Пастеризация является ключевым этапом, обеспечивающим безопасность и стойкость продукта. Современные пластинчатые пастеризационно-охладительные установки (ПОУ) превосходят устаревшие трубчатые аналоги по энергоэффективности на 20-30% и позволяют точно выдерживать температуру с погрешностью не более 0,5°С [2].

Перспективным направлением является внедрение мембранных технологий (микрофильтрация) для очистки молока от бактерий без высокотемпературного нагрева. Это позволяет максимально сохранить нативные свойства белков и витаминов, что особенно важно для производства продуктов премиального качества.

Резервуарный способ производства кисломолочных продуктов предполагает использование емкостей с рубашками для нагрева и охлаждения. Модернизация этого участка может включать:

– Оснащение резервуаров современными перемешивающими устройствами, обеспечивающими равномерное распределение закваски без повреждения структуры сгустка.

– Внедрение автоматических систем управления процессом сквашивания с контролем кислотности в режиме реального времени.

– Установку датчиков уровня и температуры с передачей данных в единую диспетчерскую систему.

Инновационным решением является использование СВЧ-излучения для обработки продукта с целью увеличения сроков хранения. Патентные разработки показывают возможность применения цилиндрических реакторов с микроволновыми генераторами для обработки кисломолочных продуктов типа кумыса и айрана.

Гомогенизация необходима для предотвращения отстоя жира и улучшения консистенции продукта. Современные двухступенчатые гомогенизаторы клапанного типа позволяют получить высокодисперсную эмульсию с размером жировых шариков 0,5-1,5 мкм. При модернизации целесообразно обратить внимание на энергоэффективные модели с частотным регулированием привода и системой рекуперации энергии.

Использование вакуума в технологическом процессе - одно из перспективных направлений модернизации. Патент №2177228 описывает способ производства кисломолочных продуктов с применением низкого вакуума (60-40 кПа) на различных этапах - от приемки молока до фасовки [3].

Данный прием позволяет: удалять из молока растворенные газы, улучшая консистенцию готового продукта; снижать кислотность; повышать стойкость и увеличивать сроки хранения продукции. Вакуумная обработка может быть организована путем подключения технологических аппаратов и трубопроводов к централизованной системе откачки воздуха с размещением дополнительных устройств для создания более глубокого разрежения на отдельных участках.

Участок фасовки является одним из наиболее критичных с точки зрения потерь и производительности. Модернизация линий розлива позволяет достичь следующих результатов: точность дозирования с отклонением не более ±1% (против 3-5% на старом оборудовании); снижение потерь продукта при розливе и укупорке; увеличение скорости работы до 1500 единиц продукции в час и более.

Современные фасовочные автоматы оснащаются сервоприводами и системой автоматической калибровки дозаторов, что исключает необходимость ручной регулировки при смене продукта или объема упаковки.

Практика показывает, что даже незначительные неполадки в работе укупорочного оборудования могут приводить к серьезным простоям. Например, на линии розлива новокузнецкой компании «Родная земля» фиксировалось до 10 остановок в день из-за переворота крышек. После корректировки положения направляющих на транспортере, наклона и определения оптимального количества крышек в накопительном бункере проблема была полностью устранена.

Значительный резерв повышения эффективности кроется в упрощении механизмов подачи стаканчиков и бутылок. Замена вакуумных захватов, требующих сложной системы воздуховодов и

подверженных сбоям при изменении формы или качества тары, на гравитационные механизмы позволяет повысить надежность работы. При гравитационной подаче стаканчики устанавливаются на рабочий стол под действием собственного веса, что исключает зависимость от работы вакуумной системы. Особую сложность при фасовке представляют вязкие кисломолочные продукты, такие как сметана или йогурт с наполнителями. Модернизация дозаторов может включать установку дополнительных лопастей на шнек для улучшения перемешивания продукта перед дозированием. Это особенно актуально при длительных циклах фасовки, когда возможно расслоение продукта или изменение его вязкости.

Роботизация и внедрение искусственного интеллекта. Одним из наиболее значимых трендов модернизации пищевых производств является внедрение роботизированных комплексов. Роботы компактны, безопасны для работы рядом с людьми и могут быть быстро перепрограммированы под новые задачи. На крупных линиях целесообразно внедрение автоматических паллетайзеров, которые полностью автоматизируют процесс укладки готовой продукции на поддоны.

Искусственный интеллект находит применение не только в логистике, но и непосредственно в контроле качества. Умные камеры на приемке молока отслеживают правильность действий сотрудников, соблюдение санитарных норм и процедур безопасности. На выходе готовой продукции системы технического зрения могут контролировать: целостность упаковки; правильность нанесения этикетки; уровень наполнения; наличие посторонних включений.

Модернизация производства неразрывно связана с планированием загрузки оборудования. Использование систем искусственного интеллекта для прогнозирования спроса с привязкой к региону, времени года и предпочтениям потребителей позволяет оптимизировать производственную программу и минимизировать складские запасы [4].

Современные системы также способны анализировать изображения с полок магазинов, где представлена продукция, и в автоматическом режиме определять товарные позиции, требующие пополнения. Это позволяет выстраивать эффективную логистику и своевременно реагировать на изменения потребительского спроса.

Полезная модель по патенту RU00126901U1 предлагает технологическую линию производства кисломолочных продуктов типа кумыса, дополненную светопроницаемым горизонтальным цилиндрическим реактором с СВЧ-излучением. Внутри реактора размещен шнек, наружная поверхность соединена с системой коаксиально расположенных СВЧ-генераторов, а на выходе установлена решетка и патрубок выхода продукта. Применение СВЧ-энергии позволяет увеличить срок хранения продуктов без использования консервантов за счет более равномерной и щадящей обработки по сравнению с традиционной тепловой пастеризацией. Шнек обеспечивает непрерывное продвижение продукта через зону обработки, что позволяет встроить реактор в существующую поточную линию.

Патент №2177228 предлагает способ производства, при котором часть технологических операций осуществляется с использованием низкого вакуума. Остаточное давление 60-40 кПа поддерживается в технологических аппаратах и трубопроводах последовательно, одновременно или в различных сочетаниях посредством стационарного соединения их с вакуумпроводами и емкостью централизованной откачки воздуха [5].

Такой подход позволяет улучшить консистенцию готовых продуктов, снизить кислотность и увеличить сроки хранения. Особенно эффективно применение вакуума при производстве продуктов с нежной структурой – йогуртов, сметаны, мягких сыров.

Дальнейшее развитие линий производства кисломолочных продуктов связано с внедрением концепции «Индустрия 4.0» – созданием цифровых двойников производства, использованием промышленного интернета вещей (IIoT) для сбора данных с датчиков, применением предиктивной аналитики для прогнозирования отказов оборудования. Современная модернизация обязательно включает экологический аспект: снижение потребления воды, очистку и повторное использование стоков, переработку отходов, сокращение углеродного следа. Установка современных CIP-станций позволяет сократить расход моющих средств и воды на 30-40%. Растет интерес к созданию компактных модульных производств, которые могут быть быстро развернуты вблизи сырьевых баз или крупных центров потребления. Такие модули оснащаются полной автоматикой и позволяют выпускать широкий ассортимент продукции при минимальном участии человека.

Таким образом, модернизация линии по производству кисломолочных продуктов представляет собой комплексную задачу, решение которой лежит на стыке технологий, автоматизации, организации труда и экономики. Современные тенденции развития отрасли характеризуются переходом к полностью автоматизированным производствам с минимальным участием человека, внедрением систем искусственного интеллекта для контроля качества и прогнозирования спроса, использованием энергоэффективного оборудования и экологически безопасных технологий. Практика российских предприятий показывает, что даже частичная модернизация отдельных узлов линии дает значительный экономический эффект. Участие в национальном проекте «Производительность труда» позволяет не только получить

квалифицированную помощь экспертов, но и внедрить культуру непрерывных улучшений на предприятии. Особого внимания заслуживают отечественные разработки в области оборудования для молочной промышленности, которые не уступают импортным аналогам, но при этом проще в обслуживании и ремонте. Патентные исследования подтверждают наличие значительного инновационного потенциала у российских инженеров и технологов. Важно подчеркнуть, что главной целью любой модернизации остается повышение качества и безопасности продукции для потребителя. Как отмечают ветераны отрасли, фундаментальные принципы производства молочных продуктов не меняются десятилетиями - чистота, порядок и гигиена по-прежнему остаются основой, а современная автоматика лишь помогает их соблюдать с большей надежностью и эффективностью.

Научный руководитель - Швецов А.В., д.э.н., профессор

Список литературы

1. Иванов Ю.А. Основные положения стратегии развития механизации и автоматизации животноводства / Ю.А. Иванов, Н.М. Морозов // Вестник ВНИИМЖ. - 2015. - №2. - С. 4-12. 3.
2. Скоркин В.К. Основные требования к системе машин и технологий для производства молока / В.К. Скоркин // Вестник ВНИИМЖ. - 2012. - №2(6). - С. 15-19.
3. Топникова Е. В. Молочная отрасль: что важно для стабильной и эффективной работы / Е. В. Топникова // Технический оппонент. - 2025. - №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-otrasl-chto-vazhno-dlya-stabilnoy-i-effektivnoy-raboty
4. Патент №2177228 Российская Федерация, МПК A23C 9/00. Способ производства, хранения и подготовки к реализации кисломолочных и молочно-белковых продуктов / заявитель и патентообладатель неизвестны. - №2177228; заявл. 15.06.2000; опубл. 27.12.2001.
5. Технологические требования к новым техническим средствам в животноводстве / Иванов Ю.А. и др. М., - 2010.

УДК 637.3.057

Иванов Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕФИРА

Аннотация: Статья посвящена исследованию путей модернизации системы автоматического управления линии сквашивания молока при производстве кефира. Рассматриваются способы повышения энергоэффективности и снижения энергопотребления предприятия молочной промышленности путем внедрения комплексных автоматизированных решений. Особое внимание уделено выбору оптимального закона регулирования температуры пастеризованного молока, используя теорию автоматического управления и численное моделирования в среде MATLAB.

Ключевые слова: модернизация, система автоматического управления, производство кефира, линия сквашивания молока, энергосбережение, температурное регулирование, ПИД-регулятор, моделирование, MATLAB, панель оператора, нейро-нечеткие системы управления (ANFIS),

Тенденцией развития предприятий молокоперерабатывающей промышленности является снижение себестоимости продукции за счет повышения энергоэффективности и снижения затрат на энергоресурсы. Обеспечить требования энергосбережения и энергоэффективности возможно за счет комплексной автоматизации производства, что требует детального анализа эффективности систем автоматического управления отдельными технологическими линиями и их модернизации. Рассмотрим пути модернизации системы автоматического управления линией сквашивания молока при производстве кефира.

При производстве кефира используют термостатный или резервуарный способ [1]. Второй для промышленного производства является более предпочтительным, так как обеспечивает большую производительность. При производстве кефира резервуарным способом требуется обеспечить нормализацию молока, его гомогенизацию, пастеризацию при точном поддержании температуры пастеризации, а также сквашивание молока в танке при дозированном внесении закваски, периодическом вымешивании и поддержании точно заданной температуры в процессе сквашивания в танке.

Полная автоматизация линии сквашивания молока должна предусматривать контроль уровня по технологическим емкостям, точное поддержание температуры пастеризации молока за счет реализации плавного регулирования клапаном подачи пара, точное дозирование закваски, поддержание температуры в танке сквашивания, программное управление мешалкой. Способами

энергосбережения при автоматизации линии сквашивания молока являются, во-первых, обеспечение согласованной работы оборудования, во-вторых, точное поддержание технологических параметров, исключающих перерегулирование, и, соответственно перерасход энергии, а также реализация поддержания температуры пастеризации за счет плавного регулирования в контуре подачи теплоносителя [2].

Задача поддержания температуры пастеризации решается с помощью изменения подачи пара в теплообменнике. Рассмотрим, что собой представляет пастеризатор, как объект автоматического регулирования температуры пастеризации (рис. 1).

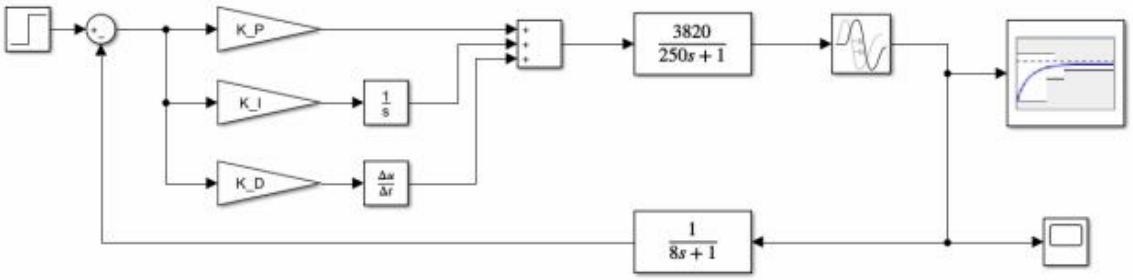


Рисунок 1 – Структурная алгоритмическая схема САР поддержания температуры пастеризации, адаптированная для анализа в MATLAB

Управляемым воздействием является температура пастеризации молока Θм. Расход пара Qп является управляющим воздействием. Возмущающим воздействием является температура в помещении Θн. Как показывают теоретические исследования, передаточная функция подобных объектов может быть представлена апериодическим звеном первого порядка и звеном чистого запаздывания:

$$W(S)=\frac{k_o}{T_oS+1}e^{-\tau_o S},$$

где k_o – коэффициент передачи; T_o – постоянная времени; S – оператор Лапласа; T_o – время запаздывания, с.

Средние значения параметров согласно [4, с. 133]: k_o=3620, T_o=250 с, T_o=20 с. По приближенной методике подберем закон регулирования с помощью диаграммы А.Я. Лернера. Рассчитав координаты диаграммы и учитывая, что время регулирования tрег должно быть около 150 с получаем, что необходимо использовать ПИД-закон регулирования. Необходимо использовать ПИД-закон регулирования. Все дальнейшие преобразования и оптимизацию системы автоматического регулирования проведем в пакете MATLAB. Следует иметь ввиду, что поскольку клапан является пропорциональным звеном, то его передаточная функция учтена в составе передаточной функции объекта. Также функция объекта представлена двумя звеньями – апериодическим первого порядка и звеном запаздывания. Воспользуемся блоком Signal Constraint для оптимизации параметров системы. Оптимизацию проведем по переходной функции объекта согласно структурной схеме рисунка 1, подав на вход единичное ступенчатое воздействие и задав следующие ограничения согласно рекомендациям: перерегулирование не более 20 %, статическая ошибка должна отсутствовать, время регулирования не более 200 с. Варьируемые переменные – Kp, Ki, Kd. В результате получен график переходного процесса оптимизированной САР (рисунок 2). Зацикливание происходит при параметрах: Kp =0,03; Ki =7,8·10^{-6}; Kd =0,03. Показатели качества регулирования, следующие: статическая ошибка отсутствует, время регулирования – 126 с, перерегулирование – 2 %, рисунок 2.

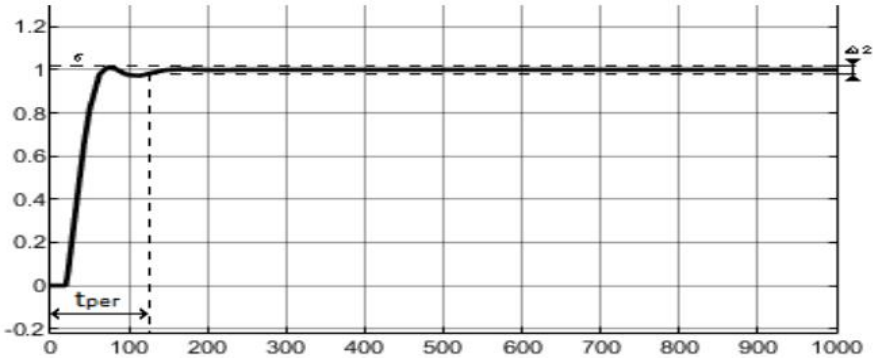


Рисунок 2 – Переходный процесс оптимизированной САР поддержания

температуры пастеризации

Отслеживать важные технологические параметры можно с помощью панели оператора, подключенной к контроллеру. Также с панели оператора можно корректировать при необходимости заданные значения параметров. Кроме того, можно обеспечить ручное управление оборудованием в режиме наладки [3].

Рассмотренная модернизация системы автоматического управления (САУ) линией сквашивания с использованием ПИД-регулятора является эффективным решением для локальной задачи - пастеризации. Однако современная тенденция развития молокоперерабатывающей промышленности требует перехода от управления отдельными линиями к комплексной автоматизации всего производства. Это позволяет достичь синергетического эффекта энергосбережения. Проведенный нами анализ и настройка ПИД-регулятора в среде MATLAB - это база для качественного управления. Дальнейшее энергосбережение может быть обеспечено путем внедрения более интеллектуальных алгоритмов, которые способны адаптироваться к изменяющимся условиям производства.

Исследования показывают, что наиболее перспективным направлением является применение адаптивных нейро-нечетких систем управления (ANFIS). Сравнительный анализ различных законов регулирования в процессе пастеризации демонстрирует, что использование ANFIS позволяет добиться минимального перерегулирования (всего 0,27% по сравнению с классическими настройками) и снизить требуемую мощность нагревателя. Это напрямую влияет на энергопотребление, так как исключает энергозатратные колебания температуры и перегрев теплоносителя. Интеграция таких систем в контроллер позволит динамически подстраивать параметры управления под изменение свойств сырья или производительности линии, что является развитием вашей идеи «исключения перерегулирования».

Значительным резервом является также глубокая утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР), при котором используется тепло, использованное в технологическом цикле. Внедрение систем автоматического контроля и утилизации тепловой энергии конденсата и вторичного пара позволяет замкнуть энергетические циклы предприятия.

- Нагрев обрата: На практике успешно применяются решения, где конденсат с температурой около +45°C автоматически направляется в теплообменник для подогрева молочного обрата с +6°C до +30°C. Это снижает нагрузку на парогенерирующее оборудование.

- Использование тепла вентиляции и охлаждения: Современные системы энергомониторинга позволяют учитывать не только потребление, но и выделение тепла. Например, тепло от холодильных установок танков сквашивания может утилизироваться для нужд горячего водоснабжения или отопления.

Автоматизация в этом контексте заключается в интеллектуальном управлении потоками теплоносителей: система сама принимает решение, направлять ли конденсат в дренаж или в контур рекуперации, на основе данных о температуре и потребности в тепле смежных участков. Проведенный анализ и предложенные решения по модернизации системы автоматического управления линией сквашивания молока при производстве кефира позволяют сформулировать комплексный подход к обеспечению энергоэффективности молокоперерабатывающего производства [4].

В основной части работы обосновано, что ключевым направлением снижения себестоимости продукции является повышение энергоэффективности за счет автоматизации технологических процессов. На примере линии сквашивания молока резервуарным способом показано, что точное поддержание температуры пастеризации с использованием оптимизированного ПИД-закона регулирования позволяет исключить перерегулирование и связанный с ним перерасход энергоресурсов. Моделирование в пакете MATLAB с применением блока Signal Constraint позволило подобрать параметры настройки регулятора ($Kp = 0,03$; $Ki = 7,8 \cdot 10^{-6}$; $Kd = 0,03$), обеспечивающие высокие показатели качества переходного процесса: статическая ошибка отсутствует, время регулирования 126 секунд, перерегулирование не превышает 2 %. Полученные характеристики полностью соответствуют технологическим требованиям и создают основу для энергосберегающего режима работы пастеризатора.

Развивая данный подход, также рассмотрены перспективные направления комплексной автоматизации, позволяющие достичь синергетического эффекта энергосбережения в масштабах всего предприятия:

- Интеллектуализация управления температурными режимами - применение адаптивных нейро-нечетких систем (ANFIS) позволяет динамически подстраивать параметры регулирования под изменяющиеся условия производства, минимизируя энергозатраты на нагрев и исключая колебания температуры.

- Автоматизация утилизации вторичных энергоресурсов - создание замкнутых энергетических циклов за счет интеллектуального управления потоками конденсата и вторичного пара снижает нагрузку на парогенерирующее оборудование и уменьшает общее потребление тепловой энергии.

- Интеграция в единую АСУТП предприятия - согласованная работа всех технологических линий и обеспечивающих служб (котельной, компрессорной станции) исключает непроизводительные потери энергии в ожидании технологических сред [5].

Таким образом, предложенная модернизация системы автоматического управления линией сквашивания молока является базовым элементом комплексной стратегии энергосбережения. Реализованное на локальном уровне точное поддержание температуры пастеризации с помощью оптимизированного ПИД-регулятора создает фундамент для последующего внедрения интеллектуальных алгоритмов управления, систем утилизации вторичных ресурсов и энергетического мониторинга. Только при сочетании всех этих уровней автоматизации можно обеспечить устойчивое снижение себестоимости продукции и повышение конкурентоспособности молокоперерабатывающего предприятия в современных экономических условиях.

Научный руководитель - Швецов А.В., д.э.н., профессор

Список литературы

1. Современные технологии и оборудование для переработки молока. Система дифференцированного обслуживания. Информационный материал. М.: НИИТЭИ, - 2017, - Вып. 2(15), - С. 85-96.
2. Назаров Г.И., Перспективы развития поточных линий с автоматизированным электроприводом в животноводстве./ Г.И. Назаров, Н.М. Зуль, Ф.Г. Марьяхин // НТВ ВИЭСХ. - 2019. - Вып. 1(28), - С. 35-36.
3. Учеваткин А.И. Технологии и энергосберегающее оборудование для получения, обработки и хранения сельскохозяйственной продукции / А.И Учеваткин, Ф.Г. Марьяхин, Б.П. Коршунов // – М.: БелНИИМСХ, - 2017. - С. 54-58.
4. Мусин А.М. Использование естественного холода в автоматизированных системах охлаждения молока / А.М. Мусин, Ф.Г. Марьяхин, А.В. Павлов //Холодильная техника. - 2019. - N 1. - С.22-25.
5. Федоренко, В.Ф. Ресурсосбережение в АПК / В.Ф. Федоренко // - М.: Росинформагротех, - 2012. - 384 с.

УДК 631.86

Иванов П.А.
Марийский государственный университет, г.Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МЯСА

Аннотация. Настоящая статья посвящена исследованию современных решений в области проектирования и эксплуатации энергосберегающих камер для длительного хранения мясных продуктов, рассмотрению факторов, влияющих на энергопотребление, и анализу перспектив развития инновационных методов охлаждения и теплоизоляции.

Ключевые слова: инноваций, эффективность, перспективы, автоматические системы, холодильные камеры.

Современное производство продуктов питания сталкивается с возрастающими экологическими проблемами и экономическими ограничениями, включая повышение стоимости энергии и необходимость снижения углеродного следа предприятий пищевой промышленности. Холодильные камеры играют ключевую роль в сохранении качества мясных изделий, предотвращении порчи продукции и поддержании санитарных условий на предприятиях переработки мяса. Использование энергоэффективных технологий позволяет существенно снизить потребление электроэнергии, уменьшить затраты на эксплуатацию оборудования и сократить выбросы парниковых газов, способствуя устойчивому развитию отрасли.

Повышение энергоэффективности холодильных камер является одной из главных проблем в области энергосбережения мясоперерабатывающего предприятия в целом, принимая во внимание, что в мясной промышленности на выработку холода приходится более 50 % всей подводимой электроэнергии. Для её решения необходимо выполнить ряд комплексных задач, связанных между собой научно-техническими, технико-экономическими, организационными и юридическими основами. Одна из таких задач - проведение энергетических обследований эксплуатации холодильных объектов с целью сбора объективной информации, её анализа для расчёта термодинамических показателей и на их основе определения мероприятий, реализация которых позволит повысить энергоэффективность эксплуатации холодильных камер. В статье рассмотрены процессы охлаждения и замораживания мясного сырья в холодильных камерах действующего мясоперерабатывающего предприятия, определено влияние степени загрузки камеры, как одного из основных эксплуатационных параметров, на общий расход холода при термической обработке мяса.

Предложен ряд показателей, позволяющих дифференцировано исследовать процесс термической обработки мясного сырья и интегрально оценить энергоэффективность эксплуатации холодильных камер как комплексную величину и как функцию нестационарной многопараметрической модели. Получены корреляционные зависимости для расчёта удельного расхода холода, которые совместно с общими затратами энергии можно использовать для анализа энергоэффективности эксплуатации холодильных камер при разных условиях.

Холодильное оборудование является неотъемлемой частью производственных процессов пищевых компаний, занимающихся переработкой мяса. Важнейшей задачей промышленных холодильников является обеспечение сохранности продукта путем поддержания оптимальной температуры и влажности внутри помещения. Однако традиционные системы охлаждения требуют значительных энергозатрат, особенно при длительном хранении больших объемов товара. Энергосбережение становится приоритетом для производителей, стремящихся минимизировать расходы на электроэнергию и одновременно повысить эффективность производства [1].

Холодильные камеры представляют собой сборно-разборные конструкции из теплоизолированных панелей и предназначены для охлаждения и хранения свежих и охлажденных продуктов при температурах от 0 до +10 °С.

Холодильные камеры по назначению подразделяют на среднетемпературные, низкотемпературные и камеры для быстрого замораживания. Температурные режимы в торговых холодильных камерах не совпадают с режимами в торговых холодильных шкафах. Среднетемпературные камеры предназначены для продолжительного хранения охлажденных продуктов при температурах от –5 до +5 °С.

Низкотемпературные камеры предназначены для длительного хранения замороженных продуктов при температурах от -15 до -25 °С.

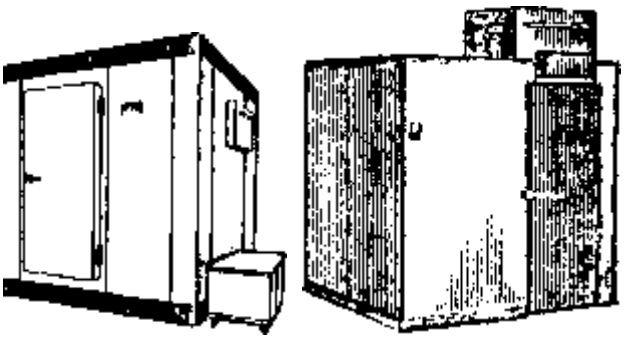
Камеры для быстрого замораживания («шоковой заморозки») имеют температуры не выше -35С и рекомендуются для сохранения гастрономических, вкусовых и питательных качеств продуктов.

Наиболее современным методом создания надежной и высокоэффективной теплоизоляции холодильных камер является использование трехслойных сэндвич-панелей с утеплителем в виде пенополиуретана, залитого под давлением. Полиуретан легок, отличается прочностью, термостойкостью, стабильностью формы и отличными теплоизоляционными свойствами. Кроме того, пенополиуретан обладает высокой стойкостью к воздействию воды, что выгодно отличает его, например, от минеральной ваты. Главная опасность применения минеральной ваты для теплоизоляции холодильных камер заключается в ее гигроскопичности, а при насыщении теплоизоляции водой теплопроводность значительно возрастает, вплоть до полной потери теплоизоляционных свойств. Поскольку обеспечить полную защиту минераловатной изоляции от влаги, особенно в холодильных камерах (большая разность наружной и внутренней температур), практически невозможно, то насыщение ее влагой неизбежно. Поэтому срок службы минераловатной теплоизоляции невелик и во многих случаях не превышает двух–трех лет. Напротив, пенополиуретан благодаря своему химическому составу и закрытой пористой структуре имеет незначительное влагопоглощение (до 0,2% по объему при влажности воздуха до 100%), что гарантирует сохранение высоких теплоизоляционных свойств в условиях повышенной влажности.

Отечественная промышленность выпускает различные типы сборных холодильных камер: среднетемпературные КХС, низкотемпературные КХН и двухрежимные КХК, представленных на рисунке 1.

Сборные холодильные камеры имеют:

- унифицированные панели (верхние, боковые и др.);
- холодильный агрегат (соответствующий конкретному типу холодильной камеры);
- приборы автоматической регулировки и защиты;
- воздухоохладитель;
- испаритель;
- поддон для стока конденсата и трубку для слива конденсата за пределы охлаждаемого объема;
- наружную облицовку (из листового металлопласта);
- внутреннюю облицовку (из листового алюминия);



1 2

Рисунок 1 - Холодильные камеры: 1 - КХС-2-6; 2 - КХН-1-8,0К

В камере КХН-1-8,0 замороженные продукты хранят на полках-решетках, а мясные туши подвешивают на крюки. Полки-решетки можно регулировать по высоте. В камере КХН-1-8,0К (рис. 1) продукты хранят в передвижных контейнерах (размерами 800х700х1700 мм) с колесами.

Камера КХН-1-8,0 собрана из панелей, соединенных эксцентриковыми стяжками. Плотное прилегание панелей друг к другу достигается соединением типа шип-паз.

К основным критериям в выборе энергоэффективных холодильных камер являются класс энергоэффективности, чем выше класс, тем меньше электроэнергии потребляет модель в сравнении с аналогичными по мощности и объёму моделями. Соответствие потребностям, не стоит гнаться за максимальным объёмом - лучше выбирать модель, соответствующую реальным потребностям. Лишние 50 литров объёма могут увеличить энергопотребление на 15–20%.

Дополнительные энергосберегающие функции, например, система No Frost (меньше инея - реже включается разморозка), датчики открытия дверей, экономические режимы работы, светодиодная подсветка. Правильное размещение, даже самый экономичный холодильник будет потреблять больше энергии, если установлен рядом с плитой или батареей, не имеет достаточного зазора для вентиляции, находится под прямыми солнечными лучами.

Учёт условий эксплуатации, например, если холодильник будет работать в неотапливаемом помещении или жарком климате, стоит выбирать модели с расширенным климатическим классом.

При выборе конкретной модели рекомендуется обращаться к специализированным компаниям-производителям, имеющим опыт поставки и монтажа подобного оборудования, а также квалифицированный персонал для осуществления пусконаладки и последующего сервисного сопровождения [2].

Применение инноваций и передовых подходов к проектированию и эксплуатации морозильных складов способствует значительному снижению затрат на электроэнергию и повышению производительности предприятия.

Эффективность холодильных камер напрямую связана с качеством теплоизоляционного слоя, отделяющего внутреннее пространство от внешней среды. Традиционные методы изоляции основаны на применении пенополистирола и минеральной ваты, однако современные разработки предлагают новые решения, обеспечивающие повышенную степень защиты от теплопотерь.

Одним из наиболее перспективных направлений является использование вакуумных панелей (Vacuum Insulation Panels, VIP). Эти панели представляют собой герметичные контейнеры, заполненные газообразным аргоном или азотом под низким давлением. Они обладают чрезвычайно низкой теплопроводностью благодаря минимальному количеству молекул газа, участвующих в передаче тепла. Применение VIP-панелей позволяет значительно сократить толщину изоляционного слоя и увеличить полезную площадь хранилища, сохраняя высокие показатели теплоизоляции.

Другое направление связано с использованием фазово-изменяющих материалов (Phase Change Materials, PCMs), которые способны накапливать и отдавать тепловую энергию при изменении агрегатного состояния вещества. Такие материалы помогают стабилизировать температуру внутри камеры даже при кратковременных нарушениях режима работы холодильного оборудования, обеспечивая дополнительную защиту продукта от температурных колебаний.

Существуют инновационные подходы к управлению климатом в холодильниках, в которых современные автоматические системы контроля микроклимата позволяют поддерживать оптимальные условия хранения мясных продуктов, снижая при этом энергетические издержки. Автоматизация включает управление вентиляторами, системами освещения, датчиками движения и контроля открытия дверей. Использование интеллектуальных алгоритмов оптимизации помогает выбрать оптимальный режим работы оборудования исходя из текущего уровня загрузки склада и внешних климатических условий [3]. Например, адаптивные системы вентиляции автоматически регулируют скорость вращения вентиляторов в зависимости от интенсивности испарения влаги с поверхности продуктов. Это снижает нагрузку на компрессор и уменьшает расход электроэнергии. Подобные схемы управления применяются также для предотвращения образования конденсата на

стенах и потолке камеры, продлевая срок службы конструкции и уменьшая риск появления плесени и бактерий.

Автоматическое освещение, включающееся лишь при наличии персонала внутри камеры, позволяет дополнительно сэкономить электроэнергию. Датчики движения обеспечивают мгновенное включение света при входе сотрудника и отключают его сразу же после выхода, исключая ненужное потребление электричества.

Интеллектуальное управление дверьми предусматривает мониторинг частоты их открывания и продолжительности нахождения открытой двери. Чрезмерно длительные периоды открытости приводят к резкому увеличению нагрузки на систему охлаждения и росту энергопотребления. Установка специальных датчиков и предупреждающей сигнализации помогает персоналу избегать подобных ситуаций, повышая общую энергоэффективность комплекса.

Новые типы компрессоров и хладагентов:

Компрессорные установки являются основными потребителями электроэнергии в системах промышленного холода. Развитие технологий привело к появлению высокоэффективных моделей компрессоров, отличающихся повышенной надежностью и меньшим уровнем шума. Среди новейших разработок выделяются спиральные и винтовые компрессоры, обладающие высоким КПД и низкими потерями при работе в условиях переменной нагрузки.

Кроме того, применение альтернативных хладагентов играет важную роль в снижении расхода энергии и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Хладагенты нового поколения характеризуются нулевым потенциалом разрушения озонового слоя и минимальным вкладом в глобальное потепление. Примером такого материала служит аммиак (NH_3), используемый в крупных установках благодаря своей доступности, невысокой стоимости и отличной охлаждающей способности [4].

Однако переход на новый класс хладагентов требует адаптации существующей инфраструктуры и повышения квалификации обслуживающего персонала. Для успешного внедрения подобных изменений необходимы тщательные расчеты и консультации со специалистами в области промышленной холодопроизводительности.

Прогресс в области создания энергоэффективных холодильных камер обусловлен развитием смежных отраслей науки и техники. Основные направления исследований включают разработку новых композитов и полимеров с уникальными свойствами теплоизоляции, создание умных контроллеров и сенсоров, улучшение конструкций теплообменных аппаратов и совершенствование способов утилизации вторичного тепла.

Особое внимание уделяется применению возобновляемых источников энергии для питания холодильных установок. Солнечные батареи и ветрогенераторы могут стать источниками экологически чистой энергии, позволяющими частично компенсировать затраты на охлаждение и заморозку мясных продуктов. Возможность интеграции солнечных коллекторов непосредственно в стены здания создает дополнительные возможности для сокращения расходов на электроэнергию [5]. Также важным направлением исследований является разработка компактных модулей с интегрированными элементами тепловыделения и поглощения, что позволит создавать автономные комплексы, способные функционировать независимо от централизованных сетей электроснабжения.

Переход на энергоэффективные технологии в производстве и хранении мясных продуктов открывает широкие перспективы для бизнеса. Повышение энергоэффективности позволяет существенно сократить операционные расходы, защитить продукцию от повреждений и продлить срок её годности. Применяя современные теплоизоляционные материалы, инновационное оборудование и системы автоматического управления климатом, производитель получает возможность не только экономить средства, но и улучшать свою репутацию как экологически ответственное предприятие.

Разработка и внедрение инновационных решений требует комплексного подхода, учета особенностей технологических процессов и выбора правильного оборудования. Грамотное проектирование и эксплуатация холодильных камер позволят достичь высоких показателей продуктивности и стабильности производства, удовлетворив потребности рынка высококачественным продуктом по конкурентоспособным ценам.

Научный руководитель - Швецов А.В, д.э.н., профессор

Список литературы

1. Бабакин С.Б. Энергоэффективность эксплуатации холодильных камер на мясоперерабатывающих предприятиях / С.Б. Бабакин, Г.С. Руденко // Мясные технологии. - 2005.- №7. - С.28-30.
2. Бабакин С.Б., Бобровский А.В. Энергоэффективность экранирования холодильных камер для хранения мяса. Материалы 4-ой научной конференции студентов и молодых ученых / С.Б. Бабакин, А.В. Бобровский // Живые системы и биологическая безопасность населения. - М.: МГУПБ, - 2005, - С.169-175.

3. Белозёров Г.А. О концепции развития холодильной промышленности / Г.А. Белозёров // Холодильная техника. - 2003. - № 9. - С. 5- 10.
4. Бовкун М.Р. Интенсификация теплообмена при использовании электроконвективного движения воздуха для воздушных конденсаторов и холодильной обработки мяса / М.Р. Бовкун // Холодильная техника. - 2010. - № 3. - С.25- 30.
5. Выгодин В.А. Энергосберегающие методы в холодильной технологии и технике / В.А. Выгодин, С.Б. Бабакин, С.А. Плешанов // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. - 2001. - №6. - С.30-32.

УДК 637.3.057

Савостин И.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КРИОГЕННОГО ХРАНЕНИЯ МЯСА

Аннотация. Статья посвящена современным технологиям автоматизированного криогенного хранения мяса, активно применяемым в мясоперерабатывающей отрасли России и мира. Рассматриваются принципы работы таких систем, их составные элементы и преимущества перед традиционными способами хранения. Особое внимание уделено особенностям эксплуатации автоматизированных комплексов, обеспечивающих долгосрочную сохранность мяса без ухудшения его качественных характеристик. Применение этих технологий помогает повысить конкурентоспособность отечественных производителей мяса и мясных изделий на внутреннем и международном рынках.

Ключевые слова: автоматизированные системы криогенного хранения, глубокое замораживание мяса, длительное хранение мяса, пищевые продукты, сохранение качества мяса, энергоэффективность, эксплуатация автоматизированных систем, повышение конкурентоспособности мясопереработки.

Современные технологии позволяют обеспечить высокую сохранность продуктов питания на протяжении длительного периода времени, сохраняя их первоначальные вкусовые качества и полезные свойства. Это становится возможным благодаря минимизации окислительных процессов и подавлению развития бактериальной среды, которые неизбежны при традиционных методах охлаждения. В условиях растущего мирового спроса на качественное мясное сырье и необходимости транспортировки продукции на большие расстояния, вопросы сохранности выходят на первый план. Одной из наиболее перспективных технологий, отвечающих этим вызовам, является автоматизированное криогенное хранение мяса, которое активно внедряется в мясоперерабатывающих предприятиях России и мира, позволяя не только снизить потери продукции, но и расширить географию поставок [1].

Автоматизированные системы криогенного хранения представляют собой высокотехнологичные комплексы, предназначенные для глубокого замораживания и длительного хранения мяса при низких температурах. В отличие от обычных морозильных камер, которые работают за счет циркуляции холодного воздуха, криогенные системы используют непосредственный контакт продукта с хладагентом (жидким азотом или углекислотой) или его парами. Это обеспечивает экстремально высокую скорость отвода тепла. Они обеспечивают поддержание температуры ниже -30° (а в камерах глубокой заморозки часто достигается и температура -80°С), что позволяет сохранить продукт практически неограниченный период времени без изменения структуры тканей, вкуса и питательных свойств. При такой температуре прекращается всякая ферментативная и микробиологическая активность, а кристаллы льда, образующиеся в клетках, настолько малы, что не разрывают клеточные мембраны, что гарантирует сохранение текстуры и сочности продукта после разморозки (дефростации). Эти системы состоят из ряда компонентов:

- Криогенных камер глубокой заморозки (шоковой заморозки). Эти камеры обеспечивают быстрое и эффективное замораживание мяса до требуемой температуры. Процесс может занимать от нескольких минут до часов, в зависимости от размера кусков, тогда как в обычной морозилке это заняло бы сутки. Конструкция камер предусматривает специальную теплоизоляцию и систему распыления хладагента, гарантирующую равномерную обработку продукта со всех сторон.
- Холодильных установок, поддерживающих заданную температуру (системы поддержания крио-режима). Данные установки отвечают за постоянное поддержание заданной температуры в камерах хранения, гарантируя стабильность условий. Они работают в тандеме с криогенными системами, включаясь только для компенсации теплопритоков через стены или при открывании дверей, что существенно экономит энергоресурсы по сравнению с непрерывно работающими компрессорами.

- Автоматов дозирования жидкого азота или углекислоты. Специальные механизмы (инжекторы и форсунки) контролируют подачу охлаждающих веществ внутрь камер. В зависимости от загрузки камеры и показаний датчиков, система импульсно впрыскивает точное количество хладагента, обеспечивая оптимальное взаимодействие холода и продукта без резких перепадов температуры и перерасхода дорогостоящего жидкого азота.

- Датчиков контроля температуры и влажности воздуха внутри камеры. Эти высокоточные сенсоры непрерывно отслеживают состояние внутренней атмосферы камеры, предупреждая любые отклонения от нормы. Современные системы также включают датчики открытия дверей и датчики утечки газа (для обеспечения безопасности персонала, так как испарение азота вытесняет кислород).

- Компьютеров и программного обеспечения для мониторинга состояния продукта и автоматического поддержания оптимальных условий хранения. Современное ПО управляет всеми этапами процесса, начиная от замораживания и заканчивая мониторингом состояния продукта и созданием необходимых отчетов. Программное обеспечение позволяет в режиме реального времени отслеживать параметры удаленно, вести историю температурного режима каждой партии и прогнозировать остаточный срок годности [2].

Благодаря способности поддерживать стабильно низкую температуру глубоко замороженного мяса, автоматизированные системы обеспечивают продление сроков хранения мяса до многих месяцев, иногда даже лет. Это свойство чрезвычайно полезно для предприятий, осуществляющих массовые поставки продукции, либо занимающихся сезонным производством, когда важно сохранить крупные объемы сырья или готовой продукции без ущерба качеству.

Замороженное хранение продуктов питания, особенно мясных изделий, является распространенным методом сохранения качества и свежести продукта на длительный срок. Однако традиционный метод заморозки имеет ряд недостатков, одним из главных среди которых является значительная потеря влаги и массы продукта - явление, известное как усушка. Замороженное хранение продуктов питания, особенно мясных изделий, является распространенным методом сохранения качества и свежести продукта на длительный срок. Однако традиционный метод заморозки имеет ряд недостатков, одним из главных среди которых является значительная потеря влаги и массы продукта - явление, известное как усушка. Усушка возникает вследствие образования крупных кристаллов льда внутри тканей, разрушающих клеточную структуру, и последующего испарения воды во время хранения.

За счет высокоразвитых инженерных решений и применения новых материалов современная техника позволяет достигать существенной экономии электроэнергии. Например, продуманная изоляция, усовершенствованные компрессорные агрегаты и интеллектуальные алгоритмы оптимизации потребления электричества способствуют снижению операционных расходов, улучшению экологической устойчивости и повышению общей прибыльности.

Автоматизированные системы характеризуются минимальным участием человека в процессе хранения, что резко снижает вероятность человеческих ошибок и улучшает общие условия санитарного контроля. В отличие от традиционного подхода, когда человеческие работники участвуют непосредственно в контроле качества, современные системы осуществляют мониторинг автоматически, используя датчики и компьютерные программы. Такой подход исключает риски неправильного обращения с продуктом, загрязнения или несоблюдения санитарно-гигиенических норм [3].

Еще одним важным преимуществом автоматизированных систем является возможность централизации хранения продукции. Предприятия получают удобный инструмент для планирования поставок, сокращения издержек на транспортировку и хранение, а также формирования оптимальной товарной матрицы. Централизация хранения упрощает учет и управление продукцией, облегчая организацию продаж и закупочной деятельности.

Кроме того, автоматизированные системы помогают сохранять пищевую ценность мяса, защищая его от микробиологических загрязнений и вредных микроорганизмов.

Предприятия могут столкнуться с трудностями при установке и поддержании этой технологии на своём производстве. Во-первых, криогенные камеры требуют значительных энергоресурсов для поддержания стабильных отрицательных температур, а это создаёт повышенные расходы и зависимость от бесперебойного электроснабжения. Во-вторых, риск утечек хладогента или жидкого азота. Также можно отметить, что для поддержки и обслуживания таких систем необходимо иметь квалифицированных сотрудников. Нельзя забывать и о габаритах данных систем - необходимо иметь достаточное помещение для размещения криогенной техники.

Несмотря на многочисленные достоинства, успешная работа автоматизированных систем криогенного хранения возможна лишь при соблюдении определенных требований к эксплуатации и строгой производственной дисциплине. Высокая стоимость оборудования и хранящейся продукции, а также потенциальная опасность используемых хладагентов (азот, углекислота) накладывают серьезные обязательства на обслуживающий персонал и инженерные службы предприятия.

Игнорирование этих правил может привести не только к порче мяса, но и к аварийным остановкам производства или угрозе здоровью сотрудников.

Установленные системы должны находиться вдали от источников активного солнечного света и нагревательных приборов (например, отопительных батарей, паропроводов или стен, примыкающих к горячим цехам), чтобы предотвратить возможные колебания температуры внутри камеры и снизить нежелательный теплоприток. Кроме того, при планировании размещения криогенного оборудования критически важно учитывать требования вентиляции. Поскольку при штатной работе или аварийном сбросе азот (криогенная жидкость) испаряется и вытесняет кислород, помещение, где установлены камеры, должно быть оснащено принудительной приточно-вытяжной вентиляцией и стационарными газоанализаторами для обеспечения безопасности персонала. Также необходимо обеспечить удобные подъездные пути для транспортировки криогенных емкостей (танков с азотом) и их безопасной замены/заправки.

Своевременная диагностика и устранение неисправностей обеспечат максимальную продолжительность эффективной работы оборудования. Регламент технического обслуживания (ТО) включает в себя комплекс обязательных мероприятий: проверка герметичности криогенных магистралей и соединений (во избежание утечек дорогостоящего хладагента), калибровка датчиков температуры и давления, очистка испарителей и вентиляторов от инея (при наличии комбинированных систем), диагностика программного обеспечения и контроллеров. Особое внимание уделяется состоянию уплотнителей дверей - даже микроскопическая щель может стать причиной интенсивного льдообразования и разгерметизации камеры. Рекомендуется заключать договоры на сервисное обслуживание со специализированными организациями, имеющими допуск к работе с криогенным оборудованием [4].

Важно иметь специальные приспособления для погрузки и разгрузки продуктов, позволяющие аккуратно перемещать товары без повреждения упаковочной тары и, что самое важное, без длительного нахождения персонала внутри криогенной среды. Поскольку температура в камере хранения может достигать -40°С и ниже, стандартная техника (погрузчики) там неработоспособна. Необходимо использовать специализированные морозильные штабелеры или погрузчики с холодостойкой гидравликой и шинами, а персонал должен быть обеспечен теплой спецодеждой для работы в условиях экстремально низких температур. Системы автоматизации часто включают рольганги или конвейеры, интегрированные с камерами, что сводит к минимуму необходимость физического нахождения человека в зоне низких температур при перемещении продукции.

Необходимо вести постоянный мониторинг показателей влажности и температуры, оперативно реагируя на возникающие нарушения режима. Однако в современных автоматизированных системах этот контроль осуществляется не только в реальном времени, но и в ретроспективе. Программное обеспечение должно вести цифровой архив (логгер данных) параметров хранения для каждой партии мяса. Это требование является обязательным для прохождения сертификации продукта. В случае сбоя в подаче электроэнергии или отказа оборудования, система автоматически подает сигнал тревоги диспетчеру и запускает резервные источники питания. Важно также контролировать давление в криогенных емкостях и уровень запаса жидкого азота, чтобы избежать ситуации, когда камера размораживается из-за отсутствия хладагента [5].

Таким образом, внедрение автоматизированных систем криогенного хранения открывает перед мясоперерабатывающей промышленностью значительные возможности для повышения эффективности процессов и улучшения характеристик конечной продукции. Эти инновационные решения позволяют снизить уровень деградации продуктов, минимизировать потери питательных веществ и обеспечить длительную сохранность пищевых качеств мяса даже при длительном хранении. Однако успешное применение автоматизированных систем требует тщательной организации процесса и строгого соблюдения правил эксплуатации оборудования. Для достижения оптимальных результатов необходимы регулярные проверки состояния техники, обучение персонала правильному обращению с технологическим оборудованием, контроль режимов работы холодильных камер и своевременное устранение возможных неисправностей.

Научный руководитель - Швецов А.В, д.э.н., профессор

Список литературы

1. Белкина Н.Г. Новые технологии в производстве функциональных продуктов питания / Н.Г. Белкина, М.А. Конарева, А.М. Кривова // Вестник Российской Клинической Иммунологии, Аллергологии, Инфектологии. - 2018. - Т. 21. - Вып. 1. - С. 101-105

2. Бойцова Ю.С. Специализированные продукты питания в современном мире / Ю.С. Бойцова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2020. - № 3-1 (42) - С. 51-54

3. Руденко Р.А. Новые тенденции в пищевой промышленности / Р.А. Руденко, А.Ю. Насирова // Международный научно-исследовательский журнал. - 2023. - №6 (132).- С.123-128.

4. Толысбаев, Б. С. Прогнозирование сроков хранения мясных продуктов / Б. С. Толысбаев, С. А. Аманжолов // Актуальные проблемы современной науки. – 2008. – № 3(41). – С. 295-298.
5. Феськов О.А. Быстрое замораживание продукции животного происхождения с применением оборудования и технологий криогенного метода / О.А. Феськов, В.А. Стефанова, И.А. Кузьмина // Вестник МАХ. - 2024. - №1.- С.58-63.

УДК 637.3.057

Саляхов Д.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПО ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ ШЕРСТИ

Аннотация: Данная статья посвящена вопросам внедрения роботизированных систем в овцеводство, в частности - автоматизированным комплексам для стрижки овец и первичной обработки шерсти. Основной целью роботизации данных процессов является не только повышение производительности и снижение трудозатрат, но и минимизация стресса животных, улучшение качества руна, а также решение проблемы дефицита квалифицированных стригалей.

Ключевые слова: Овцеводство, роботизированная стрижка, первичная обработка шерсти, стригальный робот, очистка руна, благополучие животных, качество шерсти, производительность, мобильные пункты, экономическая эффективность.

Роботизированные системы по первичной обработке шерсти становятся все более популярными в современном животноводстве. Они решают проблему дефицита рабочей силы, снижают физические нагрузки на персонал и способствуют улучшению качества продукции. Рассмотрим подробнее основные принципы работы таких систем и наиболее известные модели оборудования. Развитие технологий точного позиционирования и компьютерного зрения сделало возможным создание коммерческих прототипов таких роботизированных устройств [1].

Стоит отметить, что путь к созданию полностью автономных данных роботов был долгим и продолжается до сих пор. Исследования в этой области ведутся уже несколько десятилетий. Например, ещё в советское время учёные вели изыскания по применению для снятия шерстного покрова не только роботов, но и лазера, и даже биохимических препаратов, однако эти методы так и не были доведены до широкого практического применения. До настоящего времени основным способом остаётся стрижка ручными электрическими машинками, что подчёркивает сложность автоматизации этого процесса, связанного с живым организмом, поведение которого сложно прогнозировать.

Роботизированная стрижка обладает рядом преимуществ перед традиционным методом:

- Высокая скорость обработки: Роботы выполняют операции быстрее и без усталости, что позволяет сократить сроки стрижки большого количества животных.
- Минимизация риска травм: Использование специализированных сенсоров и мягких фиксаторов защищает овец от механических повреждений.
- Оптимальное качество шерсти: Программное обеспечение контролирует движение инструмента, предотвращая повреждение кожной ткани и обеспечивая равномерное покрытие руна.
- Возможность интеграции с другими процессами: Роботизированные установки легко интегрируются с линиями первичной обработки шерсти, что дополнительно улучшает показатели эффективности.

Успех стрижки зависит не только от самого робота, но и от соблюдения классических зоотехнических правил, которые остаются актуальными и в век высоких технологий. К факторам, влияющим на эффективность процесса, относятся системы содержания, концентрация поголовья, время года и даже погодные условия. Например, грубошерстных овец стригут два раза в год, тонкорунных - один раз, а знаменитую романовскую породу - до трёх раз. За 12-15 часов до процедуры животных перестают кормить, чтобы избежать травм кишечника при фиксации. Стрижка должна проводиться в сухую, тёплую погоду (оптимальная температура +10-20°С, влажность ниже 65%), а срез шерсти должен быть ровным и низким (рекомендуется оставлять 3-5 мм для защиты кожи от ожогов и инфекций), чтобы максимизировать выход руна и не травмировать животное. Все эти требования должны быть учтены при программировании алгоритмов работы роботизированных систем [2].

Преимущества роботизированной стрижки позволяют получать более качественное и однородное руно. Повреждения, которые наносятся овцам при традиционной стрижке, в значительной степени сокращаются при использовании роботов. Чувствительные роботизированные устройства, применяемые для контроля режущих механизмов, могут чувствовать кожу в пределах

нескольких тысячных долей секунды, при этом робот незамедлительно осуществляет корректирующее движение.

На сегодняшний день разработаны и активно применяются роботизированные станции для стрижки овец. Роботизированная станция для стрижки овец включает: манипулятор, который удерживает овцу, и стригальный робот-руку, передвигающуюся по направляющим, расположенным сверху. Манипулятор не только удерживает овцу, но и придает ей удобные для стрижки положения, переворачивая и растягивая ноги и шею. Манипулятор состоит из двух основных узлов: подвижной люльки, включающей два параллельных ролика для поддержания тела животного, и двух концевых фиксаторов для закрепления ног и головы. Второй узел включает платформу, к которой крепится подвижная люлька, механизм манипуляции задней части овцы и два 156 поворотных кронштейна для манипуляции передними ногами и головой. Главное требование, предъявляемое к роботам, работающим с овцами, состоит в наличии комбинации мягкого прикосновения и быстрой реакции. Система управления и конструкция робота разработаны с учетом требований чувствительности. Механизм кронштейна имеет больше гибких соединений, чем это необходимо для ориентации стригальной машины в пространстве. Для обеспечения быстрой механической реакции на сигналы, поступающие от компьютера о движении машинки в направлении кожи животного или в сторону от нее, встроено специальное соединение, названное осью слежения. Быстрота реакции равна нескольким миллисекундам.

Важно учитывать, что подобные устройства требуют регулярного технического обслуживания, которое включает заточку лезвий, калибровку датчиков и обновления программного обеспечения. Однако инвестиции в такую технику быстро окупаются за счет увеличения производительности и снижения рисков заболеваний среди животных.

Внедрение роботизированных систем и роботизированных станций создает ряд экономических и социальных преимуществ. Оно открывает возможности для автоматизации тяжелых и низкооплачиваемых работ, привлекая новую категорию специалистов, работающих с высокотехнологичным оборудованием. Это повышает привлекательность профессий в сфере сельского хозяйства и укрепляет конкурентоспособность предприятий.

Помимо этого, широкое распространение таких технологий способствует дальнейшему совершенствованию технологий компьютерного зрения, алгоритмов оптимизации производственных процессов и биометрического мониторинга скота. Все это формирует основу для дальнейшего роста продуктивности и стабильности отраслей животноводства и переработки шерсти.

Анализ затрат показывает высокую экономическую эффективность модернизации стригальных процессов. Исследования демонстрируют, что собственно стрижка и заточка режущих пар составляют львиную долю расходов - до 66% в весенний период и около 65% осенью. На эти два производственных процесса в сумме приходится весной 51,59 руб./голову и осенью 59,13 руб./голову, что составляет 66,4% и 64,8% от общих затрат соответственно. Это говорит о том, что для снижения себестоимости продукции необходимо уделять первостепенное внимание модернизации именно этих этапов, а также улучшению эргономики рабочих мест стригалей, например, внедрением механизированных столов для фиксации животных. В этом контексте роботизация является логичным продолжением многолетних попыток облегчить труд человека и повысить эффективность производства [3].

Глобальный рынок оборудования для овец и коз демонстрирует устойчивый рост. В 2024 году он оценивался в 3,2 миллиарда долларов США, и прогнозируется его увеличение со среднегодовым темпом роста 4,8% в период до 2034 года. Особенно быстро растет сегмент автоматизированного и полуавтоматизированного оборудования. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (FAO), в секторе животноводства зафиксирован 20% рост внедрения автоматизированных систем. Это обусловлено потребностью в устойчивых и этичных сельскохозяйственных практиках, поскольку потребители все больше требуют прозрачности и обеспечения благополучия животных.

Многие сельскохозяйственные предприятия разных стран мира начинают активно применять современное оборудование для стрижки овец. Так, австралийская компания Shearwell Robotics представила свою разработку ShearMate, которая демонстрирует высокие показатели эффективности и качества стрижки. В Европе особое внимание уделяют устройству Lely iSher, разработанному голландской фирмой Lely, отличающемуся простотой эксплуатации и надежностью. В США более 60% овцеводческих ферм уже внедрили портативные системы обработки поголовья, что позволяет оптимизировать операции и снижать трудозатраты.

Российские фермеры тоже начали изучать и вводить в эксплуатацию подобные технологии. Например, предприятие «ЮгАгроПром» (Ставропольский край) и хозяйство «Донской Агропром» (Ростовская область) испытывают иностранные роботизированные комплексы, проверяя их пригодность для российского климата и особенностей местного овцеводства. Несмотря на различия в размере хозяйств и климате, полученные результаты показывают перспективность расширения использования такого типа оборудования в российских регионах. Среди других примеров успешной

реализации проекта роботизированной стрижки стоит выделить канадскую компанию AgriRobotics Systems Inc., чьи машины были испытаны на ферме провинции Альберта и показали отличные результаты в увеличении объема обработанной шерсти. Подобным путем идут и новозеландские фермеры, использующие оборудование производства Shearing Machines Ltd., которое доказало свою эффективность даже в сложных горных условиях. Однако полностью исключать человека из процесса пока не удаётся. Сложность системы «человек - животное - машина» требует критического подхода к автоматизации. Даже при использовании самых современных стригальных пунктов, труд оператора остаётся одним из самых тяжёлых и ответственных в сельском хозяйстве из-за необходимости постоянного взаимодействия с живым объектом [4].

Именно поэтому, наряду с разработкой сложных роботов, актуальным направлением является создание мобильных стригальных пунктов, которые доставляют оборудование и специалистов непосредственно к местам нахождения поголовья. Это особенно важно для России, где произошло перераспределение овец в пользу мелких фермерских и личных подсобных хозяйств, для которых содержание стационарного высокопроизводительного комплекса нерентабельно. Согласно статистике, доля сельхозорганизаций в общем поголовье составляет лишь около 19%, тогда как на хозяйства населения приходится 46,5%, а на фермерские хозяйства - 34,5%. Перспективным направлением является создание комплексных поточно-технологических линий, объединяющих несколько процессов. Например, разработка стригально-купочной установки (СКУО) позволяет совместить стрижку и обязательную санитарную обработку овец, которые практически совпадают по календарным срокам. Такое решение выводит технологию специальных процессов овцеводства на более высокий уровень, приближенный к робототехническим системам с непрерывным выполнением транспортных и перегрузочных работ [5].

Таким образом, роботизированные системы для стрижки овец уверенно завоевывают рынок современного животноводства, предлагая решение проблем дефицита рабочей силы, низкой производительности и нестабильного качества продукции. Эффективность таких систем, продемонстрированная на примере успешных разработок ShearMate, Lely iSher и других аналогичных решений, подтверждает их значимость для сельхозпредприятий разных регионов мира, включая Россию. Для российских хозяйств оптимальной стратегией может стать поэтапное внедрение автоматизации: от приобретения современных мобильных стригальных пунктов на базе автомобилей (для средних и мелких хозяйств) до установки стационарных роботизированных комплексов (для крупных овцеводческих предприятий с поголовьем свыше 5000 голов). При выборе оборудования необходимо учитывать породный состав, климатические условия и существующую логистику.

Научный руководитель - Швецов А.В., д.э.н., профессор

Список литературы

1. Инновационные технологии и технические средства производства продукции овцеводства / Н.М. Морозов и др. // Техника и оборудование для села. - 2015. - № 12. - С. 2-7.
2. Мирзоянц Ю.А. Ресурсосберегающие технологии и технические средства машинной стрижки овец / Ю.А. Мирзоянц, В.Е. Фириченков // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Минск, - 2017. - С. 244-250.
3. Морозов Н.М. Стратегия развития механизации и автоматизации овцеводства / Н.М. Морозов, Ю.А. Мирзоянц, В.Е. Фириченков // Вестник ВНИИМЖ. - 2015. - № 2(18). - С. 34-38.
4. Технологии и технические средства машинной стрижки овец / Мирзоянц Ю.А. и др. Кострома, - 2010.
5. Крисюк В. Использование лазера для стрижки овец / В. Крисюк // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 4. - С. 21-28.

УДК 636.084

Резун Я.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема оптимизации конструкции центробежных сепараторов с целью повышения их надёжности и снижения энергоёмкости. Акцент сделан на отказе от редукторной схемы привода - ключевом направлении совершенствования сепараторного оборудования. Проанализированы традиционные схемы электропривода (с асинхронными двигателями, фрикционными муфтами и червячными редукторами), выявлены их основные недостатки: высокие массогабаритные показатели, значительный удельный расход электроэнергии, низкая надёжность муфтовых и редукторных узлов, повышенные вибрации и шум. Представлены перспективные технические решения: безредукторные приводы с двигателями повышенной частоты

(400 Гц); частотно-управляемые электроприводы без промежуточных передач; гидродинамические разгонные муфты для облегчения пуска; аксиальные двигатель-сепараторы со встроенным преобразователем частоты; реактивные приводы с сопловыми элементами.

Ключевые слова: центробежный сепаратор, безредукторный привод, оптимизация конструкции, надёжность оборудования, снижение энергоёмкости, частотно-управляемый электропривод, гидродинамическая муфта, аксиальный двигатель-сепаратор, реактивный привод, удельный расход электроэнергии.

В настоящее время в технологических процессах различных отраслей производства (молочная, химическая, нефтяная, сахарная, микробиологичекая и др.) широко применяются центробежные сепараторы [1, 5]. Создание и использование поля центробежных сил явилось важнейшим достижением в истории техники, быстрого и качественного разделения разнообразных неоднородных жидких систем [1, 4].

Изобретатель первого сепаратора Густав де Лаваль писал: «Главное преобразование состояло в том, что традиционное отстаивание сливок заменено отделением сливок посредством центробежных машин (сепараторов)» [3, 6].

В 1883 г. в Швейцарии была создана фирма, носящая имя Г. Лаваля, для реализации идеи центробежного сепаратора непрерывного действия. Стальной резервуар, в котором происходило сепарирование (разделение) имел форму слегка приплюснутого шара и был назван барабаном. Это название сохранилось до сих пор, несмотря на то, что современный барабан имеет совершенно другую форму [3, 6]

Первый сепаратор Густава де Лаваля имел ручной привод посредством шкива, а его барабан вращался с частотой свыше 600 рад/е при окружной скорости 49 м/с (рис. 1) [3, 6].

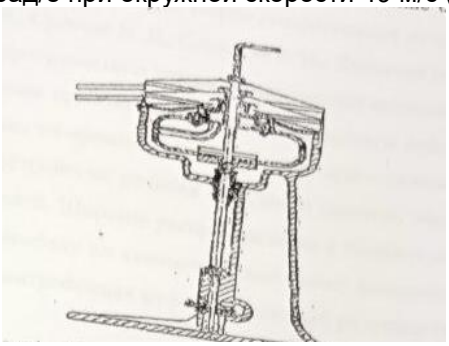


Рисунок 1 - Первый сепаратор Густава де Лаваля [3]

В настоящее время жидкостные сепараторы только в России используются более чем в 50 отраслях промышленности и сельского хозяйства оставаясь единственными и незаменимыми аппаратами для сепарирования молока [1, 5].

Все большее количество технологических процессов используют центробежное разделение сложных систем, например, очистка моечных вод на мелькомбинатах, осуществляемая в связи с выполнением в последние годы программы работ по охране окружающей среды. Появилась необходимость создания сепараторов большой единичной мощности - до 100...200 м/ч и имеющих высокий разделяющий фактор [1, 2, 5].

Процессы сепарирования относятся к наиболее сложным процессам технологии, а сепараторы к сложнейшим технологическим аппаратам. Далеко не все вопросы теории работы их получили достаточное развитие. Однако русские, а позже советские ученые в развитие теории центробежного сепарирования внесли значительный вклад. Бремер Г. И. под руководством Горячкина разработал теорию тонкослоевого сепарирования молока в тарельчатых сепараторах. [4, 6].

Для привода рабочего органа сепаратора - барабана со времени его изобретения применялись самые различные приводные устройства, начиная от ручного привода, паровой машины до электродвигателей. Широкое распространение в сепараторах получила передача вращения барабану по кинематической схеме: асинхронный двигатель - фрикционная центробежная муфта - червячный редуктор (мультипликатор) - барабан [2, 5, 6].

На рисунке 2 представлены общие виды высокопроизводительных сепараторов SC-350/A/ (Италия, фирма «Веронесси») и HFK-8016 НК (Германия, фирма «Вестфалия сепаратор»), электроприводы которых выполнены по такой схеме. Аналогично выполнен электропривод сепараторов типа TVG-214 Шведской фирмы «Альфа-Лаваль», типа HFK-10016 НК фирмы «Вестфалия Сепаратор» и ряда отечественных сепараторов, например А1-ОЦМ-5, ОСП- 3М, ОСБ и др. [2, 5, 7].

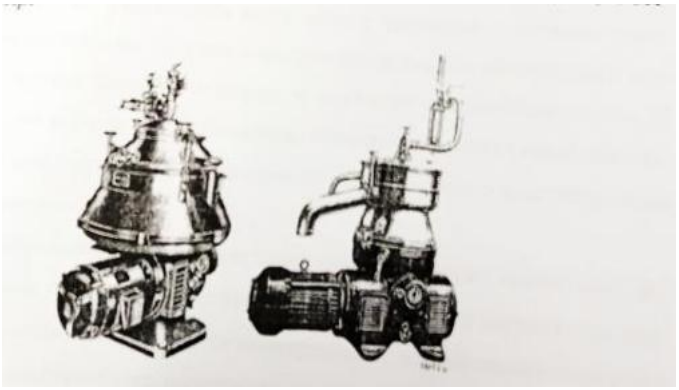


Рисунок 2 - Общий вид сепараторов SC-350/A/ (а) и HFK-8016 HK [2, 7]

Электропривод сепараторов различного типа и назначения имеет общие особенности, состоящие в необходимости передачи большого количества кинетической энергии рабочему органу в период пуска.

Это обусловлено большими значениями момента инерции барабана, при высокой частоте вращения. Поэтому потребная мощность двигателя для обеспечения пуска барабана в приемлемое время (3 ... 10 мин) в 2 ... 3 раза превышает мощность, необходимую для обеспечения процесса сепарирования [2, 5, 8].

Из сказанного следует, что двигатель, выбранный по условию обеспечения надежного пуска сепаратора, в рабочем режиме загружен лишь на 30 ... 50% и работает при энергетических показателях, значительно худших, чем номинальные показатели двигателя. Улучшение показателей в рабочем режиме может быть обеспечено облегчением процесса пуска [2, 8].

Одним из способов облегчения пуска сепаратора является установка муфты скольжения, позволяющей по мере разгона двигателя, обеспечить примерное постоянство пусковой мощности на валу электродвигателя. Вначале двигатель преодолевает трение в муфте при неподвижной ведомой части ее. При некоторой частоте вращения двигателя (частоте подхвата), начинается процесс сцепления ведущей части муфты с ведомой. С этого момента двигатель перестает увеличивать свою частоту вращения и начинает ускорять барабан сепаратора. На этом этапе разгона двигатель преодолевает трение муфты, трение барабана о воздух и разгоняет инерционные массы. В дальнейшем, по мере разгона сепаратора, происходит жесткое сцепление ведомой и ведущей частей муфты, начинается ускорение всего электропривода до рабочей частоты [2, 5, 8].

ВНИЭКИ продмашом разработан электропривод с двумя валами (рис. 3) [2, 8].

Для привода серийных отечественных и большинства зарубежных центрифуг и сепараторов, применяются асинхронные с короткозамкнутым ротором двигатели влагостойкого исполнения на 50 ... 60 Гц. Это обусловлено высокой надежностью и простотой эксплуатации и ремонта асинхронных двигателей. Для облегчения пускового режима этих электродвигателей применены центробежные фрикционные муфты. Высокая частота вращения барабана обеспечивается винтовым мультипликатором (рис. 4). В некоторых конструкциях сепараторов применяются и ременные передачи (фирма «Вестфалия» - Германия) [1, 2, 5].

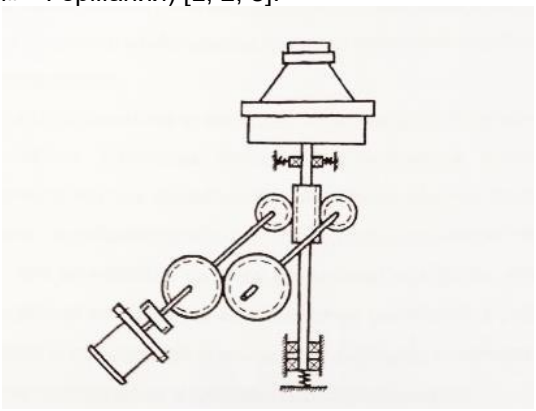


Рисунок 3 - Электропривод с двумя валами ВНИЭКИпродмаша - Смычки [2]

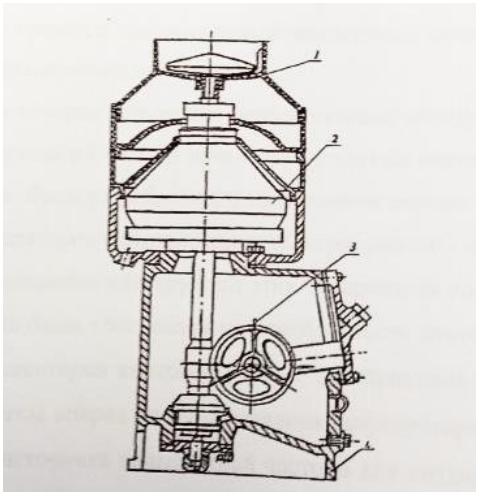


Рисунок 4 - Общий вид сепаратора Ж5-ОСБ: 1 - приемно-выводное устройство; 2 - барабан; 3 - червячный редуктор; 4 - станина сепаратора (фрикционная пусковая муфта и электродвигатель не показаны) [1]

Указанные электроприводы имеют ряд недостатков: наличие редуктора и пусковой муфты; большие габариты и массу; высокую стоимость электропривода из-за относительной тихоходности электродвигателя на 50Гц [2, 5, 8].

В связи с этим имели место попытки применения коллекторных двигателей, позволяющих получить необходимые частоты вращения барабана без применения мультипликаторов.

Во ВНИМЭСХ был изготовлен и испытан безредукторный сепаратор с коллекторным двигателем. Шведская фирма «Альфа-Лаваль» применила коллекторный электропривод для химической центрифуги. Но эти установки оказались практически неработоспособными из-за нестабильности частоты вращения барабана, при колебаниях расхода (подкачки) продукта, чрезмерных вибраций, затруднения коммутации на коллекторе (особенно в условиях повышенной влажности и химической агрессивности среды), отличались высокой стоимостью электродвигателя и сложностью эксплуатации [2, 7, 8].

Имели место и работы по применению в безредукторных сепараторах двигателя двойного питания в каскаде с асинхронным двигателем. По тем же причинам, что и привод с коллекторными двигателями такая схема электропривода не нашла широкого применения [2, 8].

Дальнейшее совершенствование безредукторная конструкция приводов сепараторов получила в СССР. В начале 60-х годов по инициативе Краморова Ю. И. в 1962 г. были разработаны и изготовлены первые экспериментальные образцы сепараторов с асинхронным электроприводом повышенной частоты тока. Исследованию конструкций этих сепараторов посвящены многие работы, в которых была обоснована целесообразность изъятия из кинематической схемы сепараторов винтовой пары и фрикционной муфты, что явилось большим шагом вперед на пути создания без редукторного электропривода [2, 3, 8].

В качестве источника повышенной частоты для питания электродвигателя в этих установках применен мощный электромашинный преобразователь частоты без достаточно строгого обоснования типа и мощности преобразователя. В многочисленных научных работах рассмотрены вопросы по выбору наиболее рациональной схемы статического ферромагнитного преобразователя частоты (СФГТЧ), исследованы режимы работы системы «СФПЧ - асинхронный двигатель», даны рекомендации по способу емкостной компенсации о исследуемой системе, рассмотрены вопросы надежности и нагрева электродвигателя [3, 4, 8].

Существует и другое направление совершенствования электропривода сепаратора, когда в качестве источника питания предложен транзисторный преобразователь с регулированием частоты в пределах +30% от номинального значения. Это дает возможность регулировать в тех же пределах частоту вращения барабана и использовать электропривод для сепараторов различного технологического назначения [2, 4, 7].

Предложена оригинальная конструкция сепаратора со встроенным в барабан электродвигателем повышенной частоты, что дает возможность снизить потери жира в обрате за счет снижения уровня вибраций барабана [2, 4].

Основными статьями обеспечения экономической эффективности внедрения этих сепараторов являются: меньшая установленная стоимость без редукторного исполнения, уменьшенный удельный расход электроэнергии и меньшие эксплуатационные затраты, связанные с ремонтом и обслуживанием сепаратора. Не менее важным является также и облегчение условий

работы обслуживающего персонала, вследствие уменьшения шума и упрощения технического обслуживания безредукторного сепаратора [2, 3, 8].

Следует признать, что перевод сепараторов с редукторного электропривода на непосредственный, без редукторный является значительным прогрессом [1, 2, 5].

Однако, как показывает практика, этот этап развития электропривода сепаратора сыграл лишь роль промежуточного, на пути создания более совершенного электропривода, органически слившегося с самим сепаратором [2, 4].

Частотно-управляемый электропривод без промежуточных передач (рис.5) и с гидродинамической муфтой для облегчения пуска двигателя (рис. 6) лишен указанных выше недостатков: он не нуждается в муфте скольжения, так как ее роль выполняет бесконтактный узел частотного управления, включая частотный пуск и торможение [2, 4, 7].

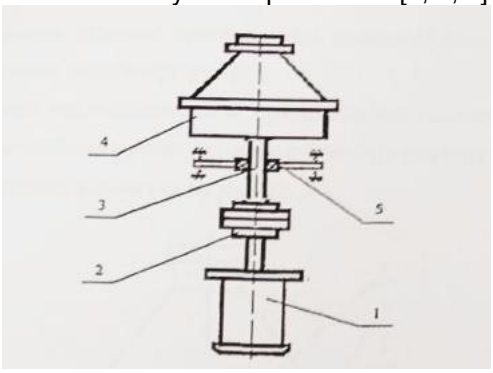


Рисунок 5 – Безредукторный частотно-управляемый электропривод высокоскоростного молочного сепаратора: 1 - двигатель на 400 Гц; 2 - соединительная муфта; 3 - вертикальный вал; 4 - барабан; 5 - горловая опора [2, 7]

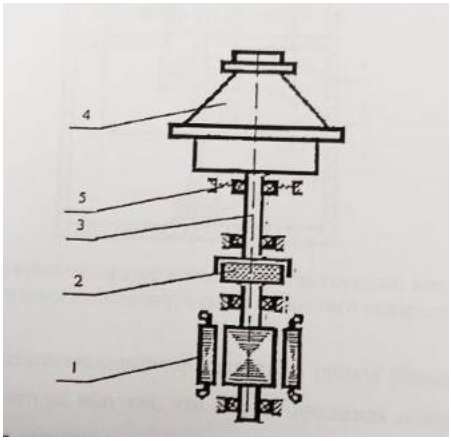


Рисунок 6 – Безредукторный электропривод высокоскоростного молочного сепаратора с гидродинамической муфтой: 1 - двигатель на 400 Гц; 2 - гидродинамическая муфта; 3 - вертикальный вал; 4 - барабан; 5 - горловая опора [2, 8]

В последних разработках по совершенствованию электропривода молочных сепараторов предложена конструкция, серийно выпускаемая на Махачкалинском машиностроительном заводе сепараторов. Этот бытовой молочный сепаратор производительностью 50 л/ч имеет регулируемый электропривод от реактивно-индукторного двигателя, питаемого через встроенный в сепаратор полупроводниковый преобразователь [3, 7].

Разработанный в Краснодаре аксиальный электропривод встроенного молочного сепаратора представляет собой двигатель-сепаратор, разработанный на базе сепаратора «Плава», отличающийся простотой электропривода и конструкции двигатель сепаратора в целом [3, 4].

Теоретическими исследованиями и практическими испытаниями обоснована целесообразность перехода от цилиндрического статора к аксиальному, общий вид которого изображен на рисунок 7 [3, 4, 8].

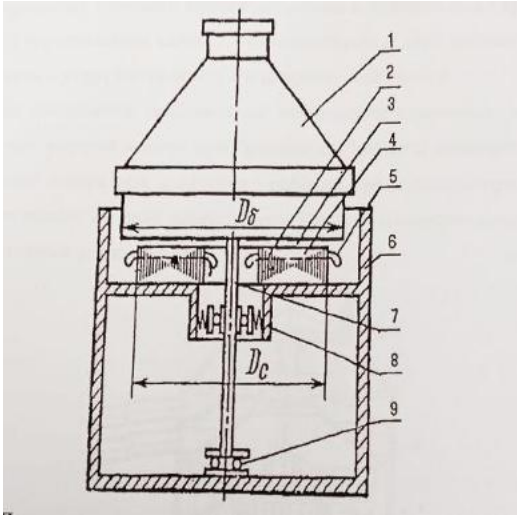


Рисунок 7 - Двигатель-сепаратор аксиальной конструкции, как аксиальный электропривод высокоскоростного молочного сепаратора [3]

Аксиальный двигатель-сепаратор состоит из ротора (барабана) 1, консольно закрепленного на валу так, что ось его вращения совпадает с осью статора 2, а нижняя торцевая поверхность ротора и верхняя торцевая поверхность статора образуют рабочий воздушный зазор 3, предназначенный для проведения магнитного потока двигателя-сепаратора [3, 4].

Величина зазора такова, что при всех режимах работы двигателя-сепаратора исключается касание барабана о статор. Статор 2 имеет тороидальную форму и набран из листов электротехнической стали, поверхности которых образуют между собой концентрические окружности с центром, лежащим на оси статора. Такое расположение листов статора обеспечивает возможность проведения магнитного потока в статоре с минимальным магнитным сопротивлением [3, 4].

Статор имеет радиальные пазы 4, в которых уложена обмотка 5, питаемая от источника переменного напряжения, частота которого определяется скоростью вращения барабана. Статор закреплен в станине 6, а барабан жестко связан с вертикальным валом 7, установленным в двух подшипниковых опорах: верхнем - упругом горловом 8 и нижнем - опорном 9 [3, 4]. В работе обоснована рациональная компоновка отдельных элементов сепаратора, при которой корпус преобразователя частоты одновременно является станиной сепаратора, а барабан - рабочий орган сепаратора установлен непосредственно на валу электродвигателя без дополнительных пусковых и передаточных устройств (рис. 8) [2, 3, 4].

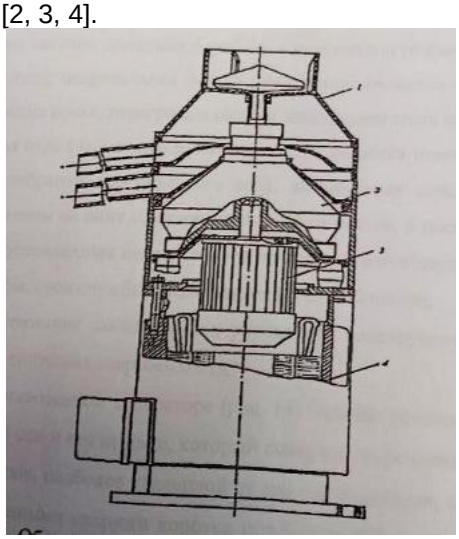


Рисунок 8 - Общий вид безредукторного сепаратора со встроенным ферромагнитным преобразователем частоты: 1 - приемно-выводное устройство, 2 - барабан, 3 - электродвигатель, 4 - преобразователь частоты [2, 3]

Анализируя конструктивные схемы приводов молочных сепараторов, можно сделать вывод: снижение массогабаритных показателей, улучшение условий эксплуатации и технологических результатов достигаются посредством исключения промежуточных элементов из привода [1, 2, 5].

Обоснование и выбор схемы сепаратора. Привод молочного сепаратора Ж5-ОСБ осуществляется от асинхронного электродвигателя промышленной частоты тока через винтовую пару (мультипликатор). Однако имеются следующие недостатки такой схемы привода [1, 5, 8]:

1. Фрикционная центробежная муфта, служащая для облегчения пуска электродвигателя, отличается низкой надежностью, нуждается в регулярном уходе и частых ремонтах, попадания масла на колодки или их износ приводит к снижению частоты вращения барабана и нарушению режима технологического процесса: неправильная регулировка и «прилипание» приводят к нарушению режима пуска, перегрева и выходу электродвигателя из строя.

2. Винтовая пара (червячный мультипликатор) является источником дополнительных вибраций вертикального вала, вызываемых односторонним (боковым) давлением на винт со стороны винтового колеса, а также ударных воздействий, обусловленных недостаточной точностью изготовления и износом зубчатой пары, срок службы незначителен (400 ... 500 часов).

Усовершенствование заключается в упрощении конструкции, повышении надежности, снижения энергоемкости [2, 4, 8].

В усовершенствованном сепараторе (рис. 9) барабан установлен на неподвижной полой оси и его привод, который содержит укрепленные на корпусе барабана в зоне, наиболее удаленной от его оси вращения, трубки с соплами, расположенными снаружи корпуса под углом 90° в горизонтальной плоскости и создающими реактивную силу для вращения барабана. При этом полая ось разделена внутри на нижнюю и верхнюю части с отверстиями, нижняя часть оси служит для подвода молока в барабан, а верхняя - для отвода сливок. Причем входная часть трубок с соплами расположена в зоне накопления обрата для его отвода из барабана в процессе разделения [2, 3, 6].

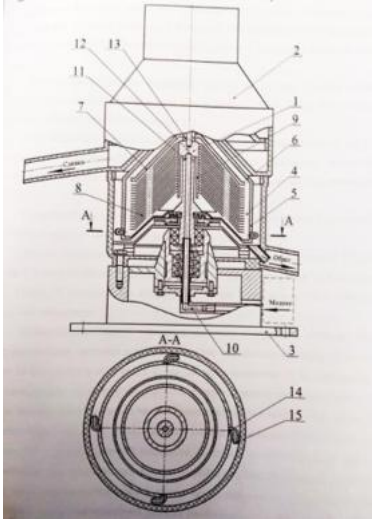


Рисунок 9 - Общий вид усовершенствованного сепаратора [2, 6]

Центробежный сепаратор для разделения молока на фракции состоит из неподвижной полой оси 1, колпака 2, опорной плиты 3. Внутри колпака 2 монтирован барабан 4, состоящий из основания 5, крышки б, разделительной тарелки 7, пакета конических тарелок 8, установленных на тарелкодержателе 9, имеющий устройства для ввода молока и отвода его фракций, привод [2, 6].

Конструктивно барабан 4 изменен так, что молоко при помощи трубопровода 10 подается под давлением в полую ось 1 снизу, из нее через отверстия 11 попадает в полость барабана 4 [2, 6].

Устройство для отвода сливок, в свою очередь, содержит полую ось 1 с поперечной перегородкой 12 и радиальные отверстия 13, а также участок полой оси 1 выше поперечной перегородки 12 для дальнейшего перемещения сливок [2 ,6, 7].

Устройство же для отвода обрата выполнено в виде трубок 14, расположенных в зоне его накопления на периферии барабана 4 [2, 6].

Привод сепаратора включает в себя укрепленные на основании 5 барабана 4 в зоне наиболее удаленной от его оси вращения трубки 14 с соплами 15. Сопла 15 расположены снаружи основания 5 под углом 90° в горизонтальной плоскости [2, 3, 6].

Усовершенствованный сепаратор работает следующим образом [2, 6].

При осуществлении процесса разделения молоко под давлением через трубопровод 10 поступает в полую ось 1, откуда через отверстия 11 перемещается в сепарационное пространство барабана 4 через полости тарелкодержателя 9.

При заполнении барабана 4 часть молока поступает в трубки 14 и выбрасывается через сопла 15, расположенные снаружи основания 5 барабана 4 под углом 90° в горизонтальной плоскости, и создает реактивную силу для его вращения. Эта часть молока через отводной патрубок 16 подается в резервуар, где перемешивается и вновь поступает на переработку в барабан 4 сепаратора в уже

установившемся режиме разделения. Оставшаяся часть молока заполняет внутреннюю полость барабана 4 и при достижении достаточного давления барабан 4 приобретает рабочее число оборотов. Для разделения жидкости на тонкие слои и достижения более высокого эффекта разделения в барабане 4 сепаратора установлены конические тарелки 8, набранные на полом тарелкодержателе 9. При достижении барабаном 4 рабочей частоты вращения молоко находится в поле действия центробежных сил. Под действием центробежных сил происходит разделение молока на фракции. При этом более легкая составляющая - сливки - оттесняется к центру вращения барабана 4 и через отверстия 13 полой оси 1 в верхней ее части после поперечной перегородки 12 отводится через канал полой оси 1 из барабана 4 сепаратора. Более тяжелая составляющая - обрат - скапливается на периферии барабана 4 в зоне расположения трубок 14 с соплами 15 и в установившемся режиме разделения через сопла 15 сбрасывается в подколпаковое пространство сепаратора и через патрубок 16 самотеком направляется в резервуар [2, 6, 8].

Таким образом, оптимизация сепаратора упрощает его конструкцию, повышает надежность и снижает энергоемкость.

Научный руководитель - Януков Н.В., канд. техн. наук. доцент

Список литературы

1. ГОСТ 24885-91 «Сепараторы центробежные жидкостные. Общие технические условия». **URL: https://promgasvolga.ru/gost/gost_24885-91/**
2. Патент № 2350400 «Центробежный сепаратор с безредукторным приводом». **URL: https://allpatents.ru/patent/2350400.html**
2. Патент № 2776987**. URL: https://kubsau.ru/upload/iblock/b80/c0zga2c5m1kdvasj5op2tiwtumop9pkx.pdf**
Акчурин С.В., Пугачёв В.В. «Вибрационный сепаратор на базе безредукторного электропривода»**. https://elibrary.ru/item.asp?id=26222117**
3. ОСТ 24.201.02-90 «Сепараторы жидкостные центробежные. Общие технические требования». **URL: https://gostassistent.ru/doc/bd304887-6f0a-4a88-8aba-e850160ae963**
4. Шилин В. А. Молочные сепараторы для фермерских хозяйств. / В. А. Шилин, Е. С. Дружинина, А. А. Коптюхова, Т.Е. Фёдорова-Семёнова // Особенности конструкции и направления совершенствования. - 2019. - С.58-60.
5. Патент RU 2350400C2 «Центробежный сепаратор с безредукторным приводом» - 2009.

УДК 636.084

Алиев М.У.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРООГЛУШЕНИЯ ПТИЦЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА ФОРМИРУЕМОГО БЛОКАМИ СИНХРОННО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ С КОНВЕЙЕРОМ УСТРОЙСТВА

Аннотация. В статье рассматривается процесс электрооглушения птицы на линиях первичной переработки. Исследование направлено на устранения недостатков традиционных водяных ванн, вызывающих остановку сердца и повреждение тканей птицы из-за неконтролируемых параметров.

Ключевые слова: электрооглушение, первичная переработка птицы, импульсный ток, качество тушек, аппарат РЗ-ФЭО, интенсификация производства.

Анализ существующих конструкций устройств для электрооглушения птицы показывает, что оглушение птицы достигается воздействием на ее центральную нервную систему сильных раздражителей, в настоящее время преимущественно воздействием электрического тока [6, 7].

В настоящее время также применяется способ оглушения птицы углекислым газом, введением симпатико- и парасимпатикотропных веществ [2, 9].

На отечественных птицеперерабатывающих предприятиях широко используют электрооглушение, которое осуществляется автоматически в специальных аппаратах [4, 10].

При оглушении электрическим током в организме птицы происходят функционально-морфологические изменения, глубина которых зависит от напряжения и силы тока, частоты импульсов тока, путей прохождения тока через птицу (по всему телу или только в области головы). При достаточно сильном воздействии электрического тока эти изменения вызывают электрошок с полным прекращением болевых двигательных реакций организма, который, как показывают электроэнцефалографические исследования, наступает в результате полного паралича эпилептической формы [6, 8].

Электрический ток воздействует не только на центральную нервную систему, он вызывает изменения функции сердечно-сосудистой системы, пищеварительной и других систем. Воздействие электрического тока на сердечно-сосудистую систему проявляется в угнетении работы сердца, а в некоторых случаях приводит к полному подавлению его деятельности. Тушки птицы, убитой при полной остановке сердца, не только плохо обескровливаются, но на них возникают кровоизлияния, особенно в области крыльев, что в соответствии с действующим стандартом на мясо требует отнесения таких тушек к промпереработанному мясу [1, 2].

В общем случае глубина воздействия электрического тока на организм тушек определяется видом электрической энергии или частотой электрического тока, способом прохождения тока через тело птицы, мощностью подводимой энергии или напряжением тока и продолжительностью его воздействия [6, 8, 9].

Для проверки эффективности оглушения птицу средней массы пропускают через установку. Продолжительность процесса составляет 1,0-1,5 мин. Если птица выходит из состояния оглушения менее чем за 1 мин, то напряжение увеличивают, если она остается оглушенной более 1,5 мин, то напряжение уменьшают. Во время эксплуатации устройства для оглушения регулярно (ежедневно) очищают направляющие и подвески, т. к. даже значительный слой жира может резко ухудшить прохождение электрического тока [4, 10].

В аппаратах с контактом через раствор электролита рабочее напряжение контактной среды должно быть не выше: для цыплят, цесарят – 90-110 В; цыплят-бройлеров – 70-80 В; кур, цесарок – 130-140 В; утят, уток, гусят, гусей, индюшат – различное, индеек – 120-135 В. Продолжительность оглушения – 3-6 с [3, 4].

Режимные параметры оглушения различны в зависимости от вида и возраста птицы. При использовании переменного тока промышленной частоты (50 Гц) рекомендуется напряжение 550/950 В, сила тока 25 мА, переменного тока повышенной частоты (3000 Гц) – 260/300 В. Продолжительность оглушения кур и цыплят составляет 15-20 с, уток, гусей и индеек – 30 с [4, 7].

Использование электротока повышенной частоты значительно уменьшает нарушения сердечной деятельности, наблюдавшиеся обычно при оглушении птицы током промышленной частоты и нередко заканчивающиеся параличом сердечной мышцы [7, 8].

Процесс оглушения птицы постоянно совершенствуется, разрабатываются новые способы, направленные на снижение напряжения переменного тока промышленной частоты и сокращение продолжительности. В последние годы для электрооглушения в качестве контактной среды используют воду или слабый раствор хлорида натрия. В этом случае рабочее напряжение переменного тока составляет 90/110 В для кур и цыплят и 120/135В для уток, гусей, индеек, частота тока 50 Гц. Продолжительность воздействия электротока сокращается до 3-6 с [3, 4, 7].

В аппаратах для электрооглушения птицы ток подводится к ногам и голове. Электрооглушение проводят при движении подвешенной за ноги птицы на конвейере первичной переработки, при этом аппараты устанавливают под конвейером [4, 10].

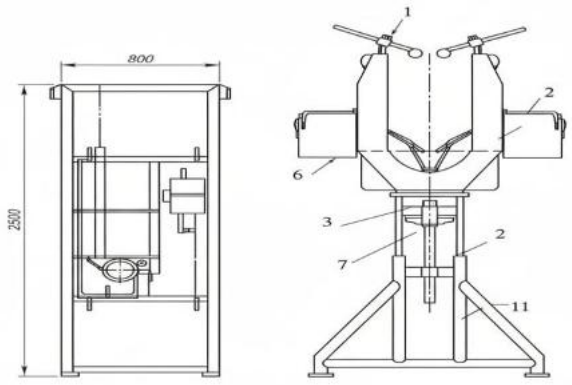


Рисунок 1 - Унифицированный аппарат для электрооглушения птицы: 1 - станина; 2 - внешний корпус; 3 - контактный кожух; 4 - изолятор; 5 - зажим; 6 - электрический шкаф; 7 - контактная полоса; 8 - маховик; 9 - винт; 10 - направляющая; 11 - переключатель напряжения [3].

Унифицированный аппарат УАЭГ (рис. 1) предназначен для электрооглушения кур, бройлеров, уток, гусей и индеек. Аппарат имеет станину 1, на которой установлен внешний корпус 2, открытый сверху и с торцов. Аппарат регулируют по высоте в зависимости от размера птицы двумя винтами 9 с маховиками 8. Внутри корпуса на фарфоровых изоляторах устанавливают контактные кожухи 3, число которых изменяется от одного до шести в зависимости от производительности аппарата. Кожухи изолированы между собой. На верхней части корпуса смонтированы направляющие

10, положение которых регулируется зажимом 5. Подвеска, на которой закреплена птица, скользит по направляющим, голова касается дна кожухов и находится между двумя контактными полосами 7. Электрический ток от электрошкафа 6 подается с одной стороны на корпус и направляющие, а с другой – на каждый кожух [3, 4].

Напряжение оглушения регулируют в пределах от 350 до 950 В, продолжительность оглушения кур и цыплят 15 с, водоплавающей птицы 30 с. Производительность аппарата составляет 500, 1000 или 2000 голов в 1 ч в зависимости от числа кожухов [3, 4].

Аппарат РЗ-ФЭО (рис. 2) предназначен для анестезирования (оглушения) живой сухопутной и водоплавающей птицы посредством воздействия на нее электрическим током с использованием воды или слабого рассола в качестве контактной среды на птицеперерабатывающих предприятиях [4, 10].

Несущей конструкцией аппарата является станина 1. На ней расположены два швеллера, играющие роль направляющих, по которым вертикально перемещается каретка 2. На каретке закреплена ванна 4, до определенного уровня заполненная водой. Каретка перемещается с помощью винтовой передачи вращением штурвала 5, расположенного под направляющими станины [4,10].

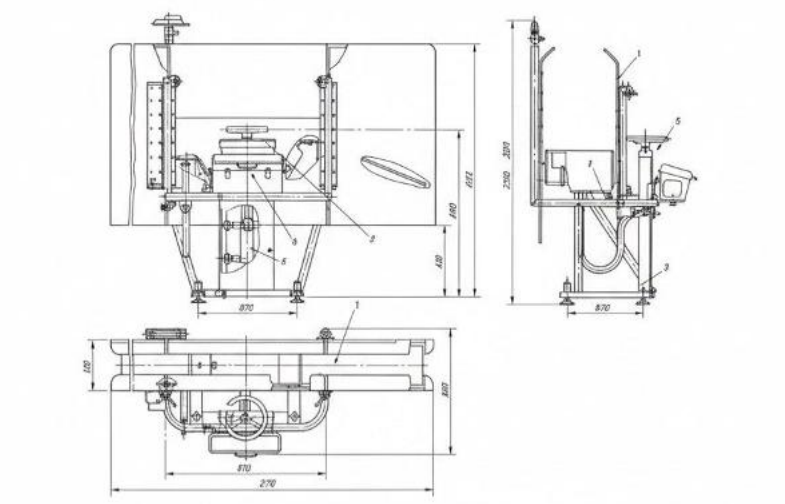


Рисунок 2 - Аппарат РЗ-ФЭО для электрооглушения птицы: 1 - колесо; 2 - швеллер; 3 - каретка; 4 - электрический шкаф; 5 - станина; 6 - ванна; 7 - штурвал; 8 - светофор; 9 - направляющая; 10 - пластмассовые щиты ограждения

Для предотвращения поражения человека электрическим током ванна с водой по обе стороны ограждена винипластом. Необходимый уровень оды в ванне поддерживается регулятором поплавкового типа [4,10]. Рабочее напряжение подается от вторичной обмотки силового трансформатора, входящего в состав электрического блока 3, составными частями которого являются монтажная и лицевая панели. На монтажной панели установлены пакетный выключатель, переключатель, трансформатор, собранный на базе стандартного, типа ОСМ-0,4У, и набор зажимов КНЕ 1005. На лицевой размещены сигнальная арматура и шкала для установки рабочего напряжения. Заданное рабочее напряжение устанавливается переключателем, к которому присоединены выводы обмотки трансформатора. На шкале электрического блока указаны номинальные значения рабочего напряжения.

Аппарат включается в сеть автоматическим выключателем закрытого исполнения и выключателем электрического блока. Для сигнализации о включении аппарата служат сигнальная лампа электрического блока и лампа светофора, установленного на стойке аппарата.

Для удобства обслуживания левое крыло ограждения со стороны штурвала выполнено в виде дверки, которая удерживается в рабочем положении с помощью специального фиксатора. При ее открывании срабатывает путевой выключатель, разрывающий цепь подачи рабочего напряжения для обеспечения безопасного обслуживания. Заземляется аппарат с помощью заземляющего болта, ввинченного в бобышку, расположенную в нижней части станины.

Рабочее напряжение, установленное для определенного вида птицы, подается к направляющей и к ванне, изолированной от остальной конструкции и заполненной водой. При движении конвейера подвеска с птицей в рабочей зоне входит в контакт с направляющей. Птица, попадая головой в контактную среду, замыкает электрическую цепь, подвергаясь при этом воздействию электрического тока. Наличие воды обеспечивает надежный контакт с тушкой птицы и создает необходимое рабочее напряжение для ее оглушения. Напряжение оглушения регулируют в зависимости от вида птицы в пределах от 60 до 210 В. Производительность аппарата (голов в 1 ч) составляет: при оглушении бройлеров 6000, уток 2000, гусей и индеек 1000. Объем водяной ванны, 0,275 м [4, 10].

Аппарат производства Венгрии (рис. 3) состоит из станины, на которой установлены направляющие для головы и шеи. На этих направляющих смонтирован ряд цилиндрических подпружиненных контактов, на которые подается ток с частотой 50 Гц напряжением до 110 В. При движении на конвейере голова и шея птицы должна попасть между направляющими, а затем и между контактами. Электрический ток проходит через голову птицы. Для улучшения контакта головы птицы с электропроводящими контактами оперение головы смачивается водой. На поводке подвески имеется изолирующее звено. Для работы аппарата требуется тщательная сортировка птицы, так как при ее различной длине затруднено попадание головы между направляющими, в результате чего большое количество птицы остается не оглушенной [5, 10].

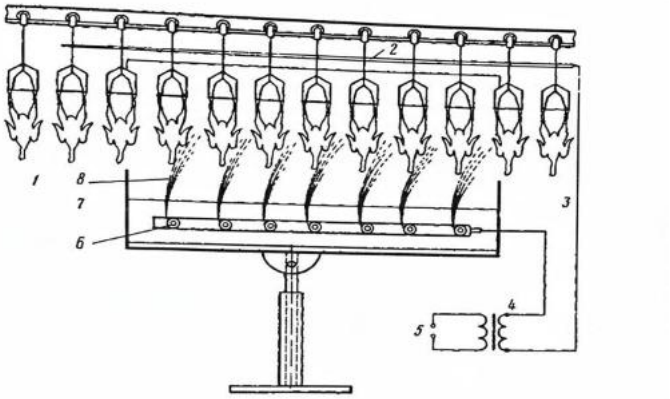


Рисунок 3 - Устройство для оглушения птицы (Венгрия) 1 - птица, 2 - штанга, 3 - проводник, 4 - зажим вторичной обмотки трансформатора, 5 - зажимы первичной обмотки трансформатора, 6 - металлическая балка, 7 - корпус устройства, 8 - упругие элементы [5].

Простой и большой надежностью отличается оборудование для оглушения птицы, в котором контакт птицы с источником тока осуществляется через воду или слабый раствор электролита (рис 4). Птицу закрепляют в подвеску конвейера первичной обработки птицы. Ниже конвейера расположена ванна из электроизоляционного материала. Ее можно регулировать по высоте, определяемой размером обрабатываемой птицы. На дне ванны закреплена металлическая пластина, которая через проводник соединена с зажимом вторичной обмотки электрического трансформатора. Второй зажим вторичной обмотки проводником соединен с заземленной штангой, которая прижата к поводку подвесок конвейера. Первичная обмотка через зажимы соединена с источником тока. При входе птицы во время движения конвейера в автомат для оглушения ее голова попадает в раствор электролита, и электрическая цепь вторичной обмотки трансформатора замыкается через зажим, проводник, электролит, туловище птицы, штангу, проводник и зажимы. Погружение головы тушки в воду (электролит) обеспечивает хороший электрический контакт, так что оглушение можно проводить при небольшом напряжении тока (70-110 В) [3,4].

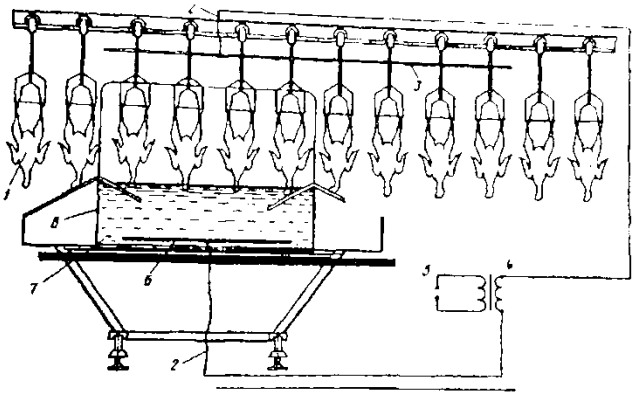


Рисунок 4 - Устройство для оглушения птицы: 1 - птица; 2 - проводник; 3 - штанга; 4 - зажим вторичной обмотки трансформатора; 5 - зажимы первичной обмотки трансформатора; 6 - металлическая пластина; 7 - электролит; 8 - корпус ванны [3].

Усовершенствование автоматов для оглушения птицы через воду или электролит касается, в основном, создания конструкций, при которых голова погружается в воду частично, так чтобы птица не могла вдохнуть воду из ванны (что привело бы к загрязнению полости тушки), а также конструкций, в которых обеспечивается ступенчатое регулирование напряжения во время оглушения или

улучшение контакта между птицей и электродами, соединенными с электрической цепью, например, с помощью смачивания ног и головы птицы водой посредством орошения [4, 7].

На схеме устройства для оглушения птицы, приведенной на рисунке 5, видно, что голова птицы только частично соприкасается с электролитом. Во время движения птицы, перемещаемой конвейером в направлении стрелки, голова все время перемещается по тракту, находящемуся под напряжением. Корпус проводником соединен с зажимом вторичной обмотки трансформатора. Второй зажим вторичной обмотки соединен проводником со штангой, которая, в свою очередь, соединена с подвесками. Благодаря попеременному попаданию в углубления тракта голова птицы все время остается хорошо смоченной, чем обеспечивается хороший электрический контакт между птицей и трактом, находящимся под напряжением [4, 8].

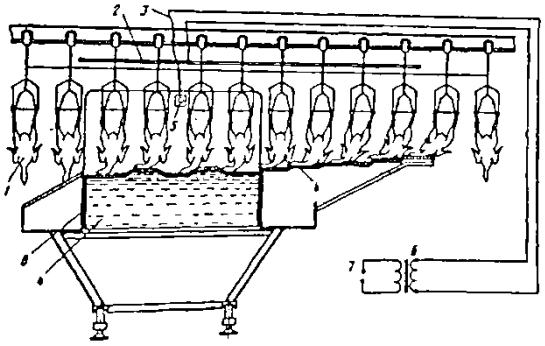


Рисунок 5 - Устройство для оглушения птицы: 1 - птица; 2 - штанга; 3 - проводник; 4 - электролит; 5 - зажим на корпусе ванны; 6 - зажим вторичной обмотки трансформатора; 7 - зажимы первичной обмотки трансформатора; 8 - корпус ванны [4].

Все аппараты, использующие для оглушения электричество, должны быть надежно заземлены и снабжены блокирующими устройствами, которые отключают аппарат при осмотрах и ремонте [1, 2, 4].

Обоснование необходимости повышении эффективности аппарата для оглушения птицы, на многих птицеперерабатывающих предприятиях для первичной переработки птицы в том числе для оглушения сухопутной птицы используется аппарат РЗ-ФЭО [4,10]. Электрооглушение происходит следующим образом: птица, подвешенная за ноги в подвесках движущегося пространственного подвесного конвейера, попадает головой в ванну с водой или электролитом, к которой подсоединен один электрод источника тока. Подвеска вступает в контакт с шиной, к которой подсоединен второй электрод источника тока. Таким образом, птица оказывается под напряжением, получает электрический разряд и теряет сознание, после чего машинным способом вскрывается яремная вена и сонная артерия для убоя и обескровливания птицы при работающем сердце [4,10].

Недостатком данного способа являются неравномерность оглушения разных особей птицы в рамках одной перерабатываемой партии, так как разные особи птицы получают различный электрический разряд, в результате чего часть птицы может быть не оглушенной, часть убита, а часть получить кровоизлияния и переломы костей, что снижает выход продукции, ухудшает товарный вид и усложняет глубокую переработку тушек птицы (разделку и обвалку) [6,8,9]. Кроме того, в таком случае возрастает возможность испускания фекалий в воду и, следовательно, это ведет к росту бактериальной обсемененности поверхности тушек [6,9]. К недостаткам способа также следует отнести и большие габаритные размеры устройств для электрооглушения (2400 х 990 х 2195), так как время продолжительности электрооглушения задается длиной ванны с водой или электролитом, что видно из формулы:

$$t = \frac{l}{v}$$

где t — время продолжительности электрооглушения, сек; l — длина ванны, м; v — скорость конвейера, м/с [4, 10].

Недостатки данного способа объясняются следующими причинами. Электрическая нагрузка в этом случае состоит из ряда сопротивлений, соединенных последовательно: активного сопротивления тушек птицы с подвеской, активного сопротивления контакта подвесок с шиной, активного сопротивления ванны с водой или электролитом, активно-емкостного сопротивления птицы [6,8].

Процессом электрооглушения при данном способе управляют изменением подаваемого напряжения, а продолжительность прохождения тока через птицу остается неизменной. Величина напряжения задается вручную оператором для каждой партии перерабатывающей птицы, исходя из визуальной оценки качества электрооглушения птицы [4, 6].

Величина электрического сопротивления нагрузки при этом способе колеблется столь значительно, что в десятки раз изменяет величину энергии электрического разряда при постоянных значениях управляющих параметров электрического оглушения (напряжения и времени) [6,8,9]. Колебания величины сопротивления нагрузки происходят вследствие случайного изменения усилий в месте контакта ног птицы и подвески, площади контакта и толщины рогового слоя ног, колебания величины усилий контакта и площади контакта подвесок с шиной, изменения электрических характеристик жидкости в ванне оглушения вследствие ее загрязнения и колебания величины сопротивления тела птицы вследствие биологических особенностей организма птицы и случайных взаимных контактов птицы в ходе процесса [6, 8].

Следовательно, обрабатываемые особи птицы получают отличающуюся в десятки раз величину энергии электрического разряда, в зависимости от сложившегося случайного электрического сопротивления нагрузки, в результате чего отдельные особи птицы могут быть оглушены нормально, отдельные - не оглушены, отдельные - убиты (остановка сердца), а отдельные оглушены с дефектами (кровоизлияния, кровоподтеки, переломы костей из-за конвульсивных резких сокращений мышц) [6, 8, 9]. Кроме того сердце биологического объекта наиболее чувствительно к воздействию электрического тока в период Т нахождения желудочков в расслабленном состоянии (когда они наполняются кровью). Продолжительность этого периода, например, у человека - 0,15-0,2 с, у птицы, например, бройлеры - 0,04-0,06 с. Для того чтобы сердце птицы после электрооглушения не останавливалось, необходимо, чтобы время воздействия тока на птицу не совпадало с периодом Т кардиоцикла. При существующем способе электрооглушения продолжительность воздействия тока на птицу равна 5-20 с и более, поэтому при использовании переменного тока правильной синусоидальной формы под его воздействие попадает период Т кардиоцикла, вследствие чего высока вероятность остановки сердца [8, 9].

Разработанная установка повышает качества обработки птицы и сокращает продолжительность процесса электрооглушения [3, 4, 7]. Разработка решает задачу подведения к телу каждой птицы с помощью электродов кратковременного разряда, состоящего из последовательности импульсов различной формы, в течение времени, прямо пропорционального электрическому сопротивлению птицы [3, 7]. При этом подача кратковременного разряда к птице осуществляется с помощью синхронно вращающегося с конвейером устройства, оснащенного блоками, формирующими разряд, и имеющими электроды [3, 4]. Так как электрический разряд подводится непосредственно к телу птицы, то не имеют никакого значения способы крепления птицы к несущим элементам конвейеров, толщина рогового слоя на ногах и т.д., то есть в качестве электрической нагрузки выступает только активно-емкостное сопротивление птицы, которое может различаться у птиц одной партии в зависимости от ее физиологического состояния [3, 6, 8]. Высоковольтный электрический разряд, формируемый блоками синхронно вращающегося с конвейером устройства, подается к телу каждой птицы с помощью электродов. Разряд на каждую птицу будет происходить в течение времени, прямо пропорционального электрическому сопротивлению птицы. Таким образом, время воздействия электрического разряда на птицу будет разным и составлять доли секунды, что позволяет разработать компактный аппарат для электрооглушения, показанный на рисунке 6 [3, 4, 7].

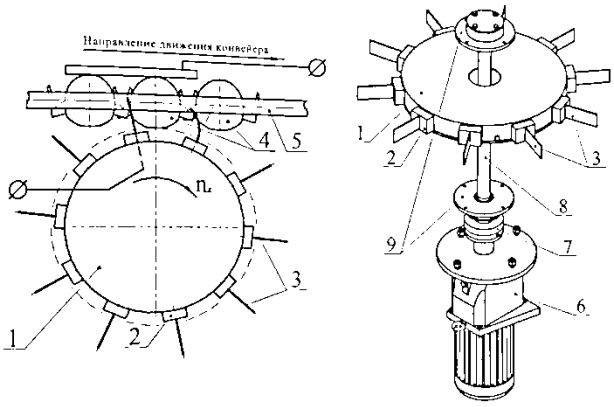


Рисунок 6 - Общий вид аппарата для электрооглушения птицы: 1 - диск устройства; 2 - блок, формирующий разряд; 3 - электроды; 4 - птица; 5 - конвейер; 6 - мотор-редуктор; 7 - муфта соединительная; 8 - вал; 9 - буксы [3].

Формирование высоковольтного электрического разряда в виде последовательности кратковременных импульсов сводит к минимуму возможность воздействия на период Т кардиоцикла птицы, то есть практически исключить ее убой (остановку сердца) при предлагаемом способе электрооглушения [8, 9]. Кроме того, применением импульсов различной формы можно добиваться нужного воздействия на биологический объект: например, фарадический ток вызывает в мышцах

длительное сокращение, ведущее к утомлению мышцы; тетанизирующий ток или импульсы, воспроизводящие размыкательные импульсы фарадического тока (треугольные, остроконечной формы с длительностью импульса 1–1,5 мс с частотой 100 Гц), электростимулируют мышцы; прямоугольные импульсы (ток Ледюка) с длительностью импульса от 0,1 до 1 мс, с частотой от 1 до 160 Гц, усиливают тормозные процессы в центральной нервной системе и его используют для получения состояния, аналогичного физиологическому сну (электросон) [6, 8, 9, 10].

Таким образом, разработанная установка повышает качество обработки птицы и сокращает продолжительность процесса. Достигается это тем, что к телу каждой птицы, перемещаемой по технологическому процессу подвесным пространственным конвейером, с помощью синхронно вращающегося с конвейером устройства, оснащенного блоками, формирующими разряд (например, высоковольтными генераторами), электродами в течение времени, прямо пропорционального электрическому сопротивлению птицы, подают кратковременный разряд, состоящий из последовательности импульсов различной формы (импульсы могут формироваться, например, на однопереходных транзисторах).

Научный руководитель - Януков Н.В., канд. техн. наук, доцент.

Список литературы

1. ГОСТ 18292-2012 Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия.. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200103450?utm_source=chatgpt.com
2. ГОСТ Р 52313-2005 Птицеперерабатывающая промышленность. Продукты переработки птицы. URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293854/4293854255.htm?utm_source=chatgpt.com
3. Патент РФ № 2134512. Устройство для электрооглушения птицы / Иванов С.В. - Опубл. 20.08.1999.
4. Патент РФ № 2314695. Установка для оглушения птицы с регулируемым напряжением / Федоров К.А. - Опубл. 20.01.2008.
5. Авторское свидетельство СССР № 1438697 Название: Устройство для электрооглушения птицы. опубл. 23.11.88. URL: https://patents.su/4-1438697-ustrojjstvo-dlya-elektrooglusheniya-pticy.html
6. Андреев, Д. В. Перспективы использования импульсных токов в птицепереработке / Д.В. Андреев // Молодой ученый. - 2023. -№ 14. URL: https://patents.su/4-1438697-ustrojjstvo-dlya-elektrooglusheniya-pticy.html
7. Васильев, К. П. Применение тока повышенной частоты для улучшения товарного вида тушек / К.П. Васильев // Аграрный вестник. - 2022. - № 3. - С.45-48.
8. Иванько, А. П. Совершенствование процесса электрооглушения птицы/ А. П. Иванько // Птица и птицепродукты. - 2023. - № 4. - С. 12–15. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-toka-povyshennoy-chastoty-dlya-uluchsheniya-tovarnogo-vida-tushek
9. Митяков, А..С. Оптимизация частотных характеристик тока при анестезировании птицы / А.С. Мятиков// Агроинженерия. - 2023. - № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-chastotnyh-harakteristik-toka
10. Николаев, С. В. Анализ электрофизических параметров мышечной ткани птицы при шоковом воздействии // Техника и технология пищевых производств. - 2022. - № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-elektrofizicheskih-parametrov-myshechnoy-tkani
11. Сборник научных трудов ГНУ ВНИИПП Россельхозакадемии. Исследование режимов работы аппаратов типа РЗ-ФЭО. — 2023.

УДК 636.084

Рустамов Ш.Б.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОЙКИ БУТЫЛОК И БАНОК, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВА МОЙКИ НА БАЗЕ МАШИНЫ ММРКС – 100

Аннотация. Статья посвящена технологическому процессу мойки бутылок и банок в пищевой промышленности. В работе рассмотрены основные этапы очистки оборотной тары: механическая очистка, химическая мойка, полоскание и дезинфекция. Описаны важнейшие параметры, влияющие на качество мойки: температура воды, концентрация моющих средств, время воздействия реагентов и температурный режим дезинфекции. В статье особое внимание уделено различиям в обработке стеклянных ёмкостей: так как стекло выдерживает высокотемпературную дезинфекцию и более концентрированные щелочные растворы.

Ключевые слова: мойка тары, оборотная тара, дезинфекция, моющие средства, пищевая промышленность, стеклянная тара, моечное оборудование, автоматизация мойки, температурные режимы

Мойка бутылок и банок — одна из важнейших операций при фасовке пищевых сред, от эффективности которой зависит качество продукции и ритм работы всей линии. Это сложный физико-химический процесс. Как правило, сила прилипания (адгезии) загрязнений к поверхности бутылок и

банок превышает силу сцепления между частицами загрязнений (силу когезии), поэтому смыв загрязнений затруднен и происходит постепенно, без пленочного срыва загрязнений [8].

Весь процесс мойки стеклянной тары можно разделить на два этапа:

1) поверхностное взаимодействие загрязнений и моющего раствора;

2) разделение неоднородной системы, состоящей из двух фаз: загрязнений - стекло.

Первый этап, в свою очередь, можно разделить на две стадии:

— взаимодействие смываемого вещества и жидкости (набухание), в ходе которого на поверхности бутылок образуется насыщенный раствор или концентрированная суспензия;

— перенос растворенного или суспендированного вещества в моющую жидкость путем диффузии.

Решающими факторами, обуславливающими хорошее качество мойки, являются: температура моющих растворов и воды, концентрация моющего раствора, продолжительность мойки, гидродинамическое воздействие струи моющего раствора и воды при внутреннем и наружном шприцеваниях тары, частота заполнения тары моющими растворами и так далее [8, 9].

Температурный режим в моечных машинах должен предусматривать постепенное нагревание и последующее постепенное охлаждение во избежание термического боя бутылок и банок. Нагревание и охлаждение проводят ступенчато при перемещении их из одной зоны в другую; максимально допустимый перепад температур в соседних зонах не должен превышать 30 -35°С при нагревании и 25°С при понижении температуры. Предельная температура моющих жидкостей обычно не более 85°С. Массовая доля щелочных растворов колеблется в пределах 0,5 -2% [2, 3].

Теплота в машине расходуется на подогрев щелочного раствора и воды при подготовке машины к работе и нагрев воды и тары, а также на компенсацию тепловых потерь при работе машины. Основные потери теплоты приходятся на долю горячей сточной воды [9].

Рассмотрим конструкции моечных машин.

Машины типа СП (СП-60М, СП-70, СП-72) (рисунок 1) предназначены для мойки стеклянной тары [5]. Основой машины типа СП является корпус 4 с открытой загрузочно-разгрузочной частью, с боковыми люками и задней дверкой для обслуживания. В нижней части корпуса расположены две отмочные ванны для моющего раствора и воды, а в верхней части - ванна для оборотной воды шприцевания стеклотары.

Машины типа СП по принципу действия являются цепными, отмочно-шприцевальными с ритмично-прерывистым движением основного транспортера с носителями.

Банки в машину подаются транспортером 1, затем поступают на валковый накопитель 2, где происходит деление банок по числу гнезд в носителе. Со стола загрузки банки захватываются планками-толкателями механизма загрузки 3 и заталкиваются в гнезда носителей 12, шарнирно прикрепленных к цепям двухцепного транспортера б. Затем носители с банками входят в первую ванну 7 предварительного подогрева с водой температурой 40 - 45°С. На петле перехода от первой ванны во вторую вода из банок выливается в первую ванну, а банки поступают во вторую ванну 9 с моющим раствором температурой 70 - 90°С. В дальнейшем носители с банками движутся вверх по наклонной направляющей и по выходе из ванны 9 шприцуются моющим раствором.

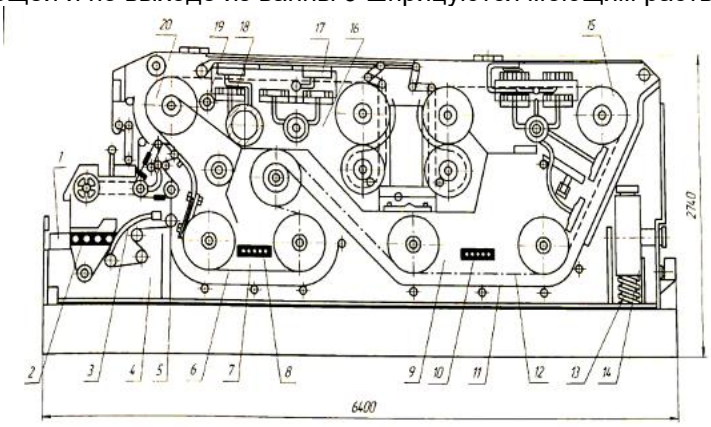


Рисунок 1 – Машина типа СП: 1 – транспортер; 2 – валковый накопитель; 3 – механизм загрузки; 4 – корпус; 5 – механизм выгрузки; 6 – двухпольный транспортер; 7 – первая ванна предварительного подогрева; 8, 10, 13 – теплообменники; 9 – ванна с моющим раствором; 11 – направляющие; 12 – гнезда носителей; 14 – механизм контроля; 15, 20 – звездочки; 16 – верхняя ванна; 17, 18, 19 – насадки

Загрязненные банки, пройдя зону предварительного нагрева паром, попадают в зону интенсивной мойки струями воды, далее в зону ополаскивания чистой водой и поступают на сушку

струями нагнетаемого из насадок воздуха. Сушка производится путем сдвига капель влаги за счет энергии нагнетаемого воздуха.

На верхнем участке основного транспортера банки подвергаются внутреннему и наружному шприцеванию из насадок 17 оборотной водой с температурой 90°С, а из насадок 18 – чистой проточной водой с температурой 60°С. После чистого ополаскивания банки обрабатываются паром из насадок 19. Чистые банки подают в механизм выгрузки 5 и выводятся из машины. Вода после предварительного и чистого ополаскивания собирается в верхней ванне 16, проходит фильтр, насосом подается снова на предварительное ополаскивание.

Вода в ванне 7 предварительного подогрева стеклотары нагревается теплообменником 8, а в ванне 9 с моющим раствором – теплообменниками 10 и 13. В машине СП–60М в первой ванне предварительного подогрева теплообменник отсутствует, а подогрев воды осуществляется путем подачи оборотной воды из верхней ванны.

Рядом со второй ванной 9 установлен механизм контроля загрязнения воды 14.

Основной цепной транспортер приводится в движение от звездочек 20, которые вращаются с помощью храпового механизма. Звездочками 15 осуществляется натяжение цепей основного транспортера. Для предотвращения выпадания банок из носителей на нижней ветви основного транспортера установлены направляющие 11.

Техническая характеристика моечной машины СП–60М представлена в таблице 1 [5, 8].

Бутылкомоечная машина АММ–6 (рис. 2) является одной из наиболее распространенных в пищевой промышленности машин, предназначенных для мойки бутылок вместимостью 0,25; 0,30 и 0,50 л [6].

В сварном корпусе 1 имеются отмочные ванны 2 и 22 и отсеки теплой воды и щелочного раствора. Внутри корпуса смонтирован транспортер бутылконосителей 5. В передней части корпуса расположены подающий 9 и отжимающий 11 транспортеры, накопитель бутылок, выполненный в виде многокорпусного рольганга с распределителями, устройство цепного типа для загрузки бутылок. На корпусе крепится устройство для выгрузки бутылок 12.

На левой стороне размещен привод машины, состоящий из электродвигателя, вариатора и червячного редуктора. Здесь же установлены три насосные установки: одна – для смыва отмокших этикеток и создания направленного движения щелочного раствора в отмочной ванне в сторону барабана этикетоотборника, другая – для мойки бутылок щелочным раствором, третья – для мойки оборотной водой.

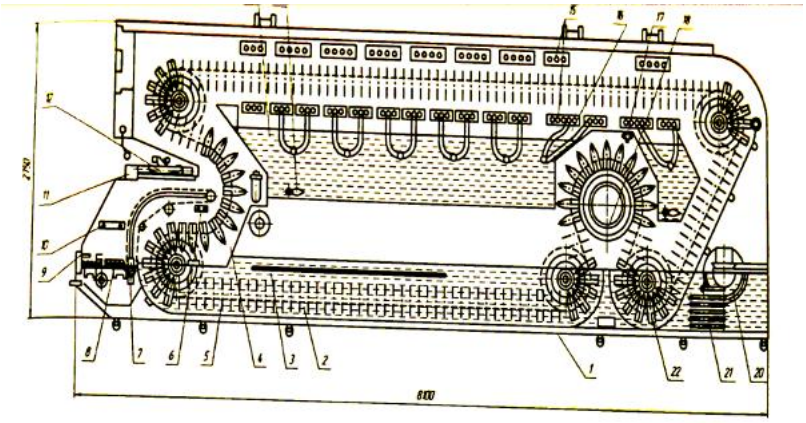


Рисунок 2 – Бутылкомоечная машина АММ–6: 1 – сварной корпус; 2, 22 – отмочные ванны; 3, 21 – подогреватель; 4 – поддон; 5 – транспортер бутылконосителей; 6 – трубы; 7 – загрузочное устройство; 8 – накопитель; 9 – подающий транспортер; 10 – устройство предварительного обмыва; 11 – отжимающий транспортер; 12 – устройство выгрузки банок; 13 – отсек оборотной воды; 14 – барботер; 15 – устройство для мойки щеточкой; 16 – поддон; 17 – дополнительный распрыскиватель; 18 – желоб; 19 – отсек; 20 – барабан.

В машине имеются системы мойки бутылок щелочным раствором, горячей, теплой и водопроводной водой. В первой щелочной ванне 2 находится подогреватель 3, а во второй (22) – подогреватель 21.

Особенностью машины является длительная отмочка бутылок в первой щелочной ванне.

Подводимые подающим транспортером бутылки поступают на накопитель 8, где обмываются теплой водой, подаваемой из отсека к устройству 10 для предварительного обмыва. Устройством 7 бутылки загружаются в гнезда бутылконосителей. Вода из бутылок вместе с легкосмываемыми загрязнениями при движении транспортера бутылконосителей сливается в поддон 4.

Для более эффективного подогрева бутылки перед поступлением в отмочную ванну обмываются с помощью горячей воды, поступающей из поддона 16 в трубы 6. В ванне происходит отмочка

загрязнений. Смытые в устройстве 17 загрязнения направляются по желобу 18 к барабану 20 и вентилятором сдуваются в поток. В отмочной ванне и на наклонной ветви транспортера бутылконосителей продолжается отмочка загрязнений в щелочном растворе в отсеке 19. Установленный в отсеке оборотной воды 13 барботер 14 обеспечивает необходимую турбулизацию потоков воды [6, 7].

На верхней ветви транспортера бутылки подвергаются многократному внутреннему шприцеванию и наружному ополаскиванию щелочным раствором, горячей, теплой и водопроводной водой с помощью устройства 15 для мойки щелочью и водой. Вымытые бутылки выгружаются на отводящий транспортер 11 [6].

Техническая характеристика бутылкомоечной машины АММ-6 представлена в таблице 1 [6,8].

Все конструкции моечных машин для стеклянной тары очень громоздки, разработаны для крупных мясоперерабатывающих предприятий [8,9].

Рассмотрим машину моечную ротационного типа ММРКС-100 для жестяных банок [5, 7].

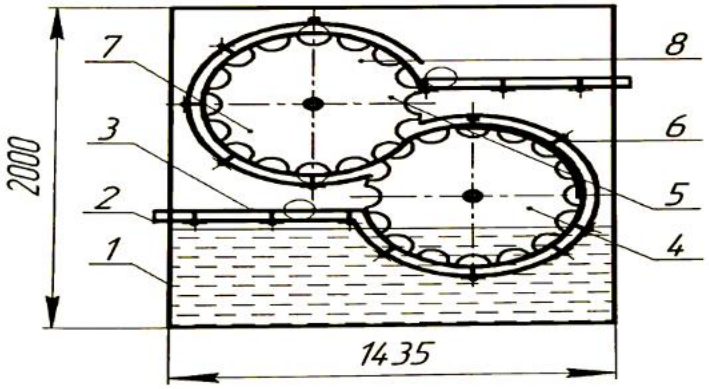


Рисунок 3 – Ротационная моечная машина ММРКС-100

Предназначена для мойки жестяных банок больших диаметров, машина по принципу действия является комбинированной – погружной и форсуночной.

Корпус 1 машины представляет собой сварную конструкцию из листовой стали, в нижней части которой имеется ванна для моющего раствора.

Привод машины, смонтированный на корпусе, осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу к червячному редуктору: 1 – корпус машины; 2 – направляющая; 3 – ограждение; 4 – первый диск; 5 – второй диск; 6 – обработка форсунками – зона ополаскивания; 7 – зона сушки сжатым воздухом; 8 – зона стерилизации.

Процесс мойки протекает следующим образом. Банка по направляющей 2 между двух ограничителей 3 подается в первый диск 4, который переносит их через ванну с моющим раствором, зону ополаскивания б и передает второму диску 5. Тот принимает их, перенося через зоны сушки 7 и стерилизации 8, выносит их из машины [5, 7].

Рассмотрим обоснование необходимости оптимизации машины: в консервном цехе планируется производить консервы в стеклотаре. Мощность реконструируемого цеха сравнительно небольшая, но мойка банок вручную снижает качество отмывки и конечного продукта [3, 8]. В связи с этим предлагаем следующую модернизацию на базе машины ММРКС–100. Транспортирующий орган машины — два колеса, закреплённые на валу с помощью 3–х болтов, и каждый представляющий собой обод, приваренный к пруткам и обтянутый резиной. В каждом ободе — по 18 посадочных отверстий для эластичных пальцев (перегородки, отделяющие каждую банку и передающие ей движение), направленных в сторону направляющей [5, 9]. Процесс мойки протекает следующим образом. Банки, лежащие на боковой поверхности, попадают в секцию между двух эластичных пальцев первого колеса; перемещаются, вращаясь вокруг своей оси по направляющим. Проходят сначала ванну с моющим раствором, зону ополаскивания. Передаются на второе колесо, проходят зону сушки, а также зону стерилизации (при мойке ненаполненных консервных банок) [5, 7].

Таким образом, машина универсальная для мойки пустых и наполненных стеклянных и металлических банок имеет отличительные черты оптимизированной машины и простоту конструкции носителей банок, низкой металлоёмкостью за счёт использования лёгких материалов при изготовлении рабочих органов и небольшое энергопотребление.

Науч. рук. - Януков Н.В., канд. техн. наук, доцент

Список литературы

1. ГОСТ Р 51760-2011 Тара потребительская полимерная. Общие технические условия: URL: https://docs.cntd.ru/document/12000926491

2. ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности: URL: https://en.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6105109
3. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения: URL: https://base.garant.ru/74891586/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/
4. ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырьё для её производства. Метод определения объёмной доли этилового спирта: URL: https://base.garant.ru/70875814/
5. Патент РФ №2 654 321 Способ мойки оборотной стеклянной тары: URL: https://pet-butilka.com/articles/sposoby_ochistki_mnogooborotnykh_butyley_19_litrov/
6. Патент РФ №2 581 456 Устройство для ополаскивания бутылок с системой рециркуляции воды: URL: https://pet-butilka.com/articles/sposoby_ochistki_mnogooborotnykh_butyley_19_litrov/
7. Патент РФ №2 710 888 Моющее средство для пищевой тары с биоразлагаемыми ПАВ: URL: https://pet-butilka.com/articles/sposoby_ochistki_mnogooborotnykh_butyley_19_litrov/
8. Оптимизация режимов работы моечных машин для пищевой тары // Журнал Пищевая промышленность, - 2022, - № 5, с. 44–47:
9. Энергоэффективные технологии очистки оборотной тары» // Вестник машиностроения, - 2021, - № 12, -- С. 78–82:

УДК 636.084

Рустамов Ш. Б.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯНИКОВ С НОВОЙ ТУННЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация. В условиях роста конкуренции на рынке кондитерских изделий критически важно повышать эффективность производства пряников: снижать себестоимость, улучшать качество продукции и минимизировать брак. Автоматизированные линии с туннельными системами охлаждения — ключевой элемент современного кондитерского производства, но их потенциал часто используется не в полной мере. Оптимизация таких линий позволяет добиться стабильности технологических параметров и повысить рентабельность предприятия.

Ключевые слова: пряник, производство, технологическая линия, туннель, печь, выпечка, охлаждение, сушка, ярусный конвейер.

Пряник – мучное кондитерское изделие из специального пряничного теста, обычно на меду или сахаре с добавлением пряностей. Может содержать орехи, цукаты, изюм, повидло. Верх пряника может быть украшен рисунком и покрыт сахарной глазурью [1].

Производство пряников — значимый сегмент кондитерского производства, сочетающий традиции и современные технологии. Пряники выпускаются продукцией разных ценовых категорий: отбюджетных массовых пряников до премиальных сувенирных изделий. Они обладают высокой рентабельностью, относительно невысокой себестоимостью.

Традиционные русские пряники (тульские, вяземские и др.) востребованы за рубежом как национальный сувенир [9].

Технологические преимущества.Для производства пряников используют универсальное кондитерское оборудование: тестомесы, отсадочные машины, печи, тиражные барабаны, кулеры для охлаждения. Это позволяет легко интегрировать пряничное производство в существующую линии [4,5].

Существуют два основных способа производства: сырцовый — быстрый цикл, подходит для массового выпуска; заварной — более сложный процесс, даёт улучшенные вкусовые качества и длительный срок хранения [1].

Автоматизация процессов. Современные линии позволяют автоматизировать замес теста, формование, выпечку, глазирование и охлаждение, снижая долю ручного труда. Стандартизация качества. Использование ГОСТ и ТУ обеспечивает стабильное качество продукции на разных предприятиях [1,2].

Разнообразие ассортимента: по способу формования: печатные, вырезные, лепные, жамки; по составу: медовые, сахарные, имбирные, шоколадные; с начинками и без; глазированные и неглазированные; разных размеров и форм. Длительный срок хранения.

Благодаря высокому содержанию сахара и пряностей пряники могут храниться до 45 дней и более (заварные — дольше сырцовых) [1]. Операционные преимущества Гибкость сырья. Возможность варьировать рецептуру в зависимости от цен на ингредиенты (мёд/сахар/патока, разные виды муки). Минимизация отходов. Обрезки теста легко перерабатываются в новые порции. Простота упаковки. Пряники не требуют сложной защитной атмосферы или вакуумной упаковки. Транспортабельность. Устойчивы к вибрациям и перепадам температуры при перевозке. Внедрение технологии производства пряников даёт кондитерскому предприятию: стабильный доход за счёт круглогодичного спроса и сезонных пиков.

Автоматизированные технологические линии для производства пряников позволяет значительно повысить производительность, снизить себестоимость продукции, минимизировать ручной труд и обеспечить стабильное качество изделий. Современные линии включают системы управления, роботизированные элементы и интегрированные модули для выполнения всех этапов производства — от замеса теста до упаковки готовой продукции. На рисунке 1 представлена технологическая линия производства пряников.

Рисунок 1 - Технологическая линия производства пряников [4].

Технологическая линия производства пряников — это комплекс автоматизированного оборудования, который позволяет выпускать продукцию в промышленных масштабах. Процесс включает несколько этапов: подготовку сырья, замес теста, формование заготовок, выпечку, охлаждение, глазирование и упаковку [4, 5].

Основные этапы производства. Подготовка сырья. Включает просеивание муки и её дозирование, приготовление сахарных и инвертных сиропов, заваривание муки (для заварных пряников), подготовку начинок (конфитюры, повидло, варёная сгущёнка и др.). Для этого используются транспортирующее и просеивающее оборудование, сироповарочные котлы, ёмкости для темперирования и охлаждения [2].

Замес теста. Охлаждённая заварка (для заварных пряников) и другие компоненты подаются в тестомесильную машину. Для заварного теста требуется машина с водяной рубашкой, для сырцового — тестомесильно - взбивальная машина [1, 4].

Формование заготовок. Готовое тесто подаётся в приёмный бункер тестоотсадочной машины. В зависимости от вида продукта используется однобункерная или двухбункерная машина (для пряников с начинкой). Тесто продавливается через матрицу с отверстиями заданной формы, жгуты автоматически нарезаются на отдельные заготовки и отсаживаются на конвейерный под печи [4, 5].

Выпечка. Заготовки выпекаются в тоннельной печи (электрической или газовой) с регулируемыми температурными режимами в зонах выпечки. Температура и время зависят от рецептуры и типа пряников [6].

Охлаждение. Выпеченные полуфабрикаты транспортируются по охлаждающим конвейерам [7].

Глазирование (пропитка сахарным сиропом). Заготовки поступают в тиражный барабан, где перемешиваются в сахарном сиропе. Затем они распределяются по конвейеру для предварительной подсушки и закрепления глазури [4, 6].

Выстойка. Пряники отправляются в многоуровневый конвейер (кулер), где охлаждаются, а сахарная глазурь закрепляется и кристаллизуется [7].

Упаковка. Готовые пряники фасуются в пакеты-подушки с помощью вертикально-упаковочных машин [4].

Дополнительно могут использоваться машины для намазки и посыпки, измельчители орехов и сухофруктов, варочные котлы для сиропов и начинок.

Некоторые отсадочные и формовочные машины автоматизируют процесс придания тесту нужной формы. Например, шнековая формовочная машина RoboExtruder L использует шнековое нагнетание кондитерской массы и поддавливающее устройство для равномерного давления в шнековой камере. Это исключает разновес заготовок на выходе [4].

Двухбункерные отсадочные машины позволяют одновременно подавать тесто и начинку, а механизмы струнной или гильотинной резки обеспечивают точную нарезку заготовок. Например, рис. 2 отсадочная машина МВ – 120, предназначена для автоматизированного формования кондитерских изделий путем дозирования теста через форсунки на противни или конвейер. Машина может работать с разными тестовыми заготовками для пряников.

Рисунок 2 - Отсадочная машина МВ – 120 [4].

Для выпечки используются тоннельные печи с регулируемыми температурными зонами и автоматизированным контролем времени выпечки. Они обеспечивают равномерное пропекание и системы управления позволяют настраивать параметры для разных видов пряников и поддерживать их стабильность в процессе работы [6]. На рисунке 3 показана одна из модификаций тоннельной печи.

Рисунок 3 - Тоннельная печь [6].

Глазирование. Тиражные барабаны рис.4 автоматизируют процесс покрытия пряников сахарным сиропом или шоколадной глазурью. Изделия помещаются в барабан, где обливаются сиропом, а затем проходят сушку на конвейере [4, 6].

Рисунок 4 - Тиражный барабан [4].

Технологическая схема тиражного барабана показана на рисунке 5.

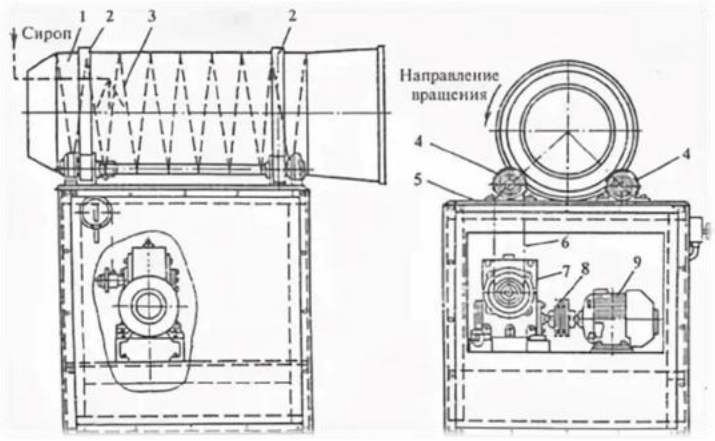


Рисунок 5 - Схема тиражного барабана [4].

В рассматриваемой технологической линии производства пряников рис.1 охлаждение и сушка пряников проходит в ярусных конвейерах с индивидуальной регулировкой скорости и температуры, обеспечивающий оптимальное охлаждение и выдержку пряников после выпечки и глазирования [6,7].

Недостатками ярусных конвейеров, где происходит охлаждение пряников являются:

- высокая металлоемкость и масса конструкции;
- большие габариты по высоте, требующие высокие потолки;
- сложность обслуживания и очистки высоких ярусов;
- повышенная нагрузка на механизмы нескольких независимых приводов;
- повышенное электропотребление;
- неравномерность охлаждение из-за разной высоты ярусов;
- деформация пряников при переходе с одного яруса на другой;
- высокая стоимость оборудования [6,8].

В данной статье с целью устранения выше представленных недостатков предлагается замена ярусных конвейеров для охлаждения пряников туннельной системой охлаждения. Предлагается охлаждающий туннель Lekos (рис.6). Охлаждающий туннель Lekos - это оборудование для охлаждения кондитерских изделий. Он обеспечивает равномерное снижение температуры продукции, что позволяет зафиксировать форму изделий, предотвратить деформацию и подготовить их к упаковке [6, 7].

Рисунок 6 - Туннель Lekos [6].

Конструкция туннели состоит из изолированного корпуса, системы воздухообмена, холодильного агрегата и транспортирующего механизма. Основные элементы: Конвейерная лента. Может быть полиуретановой, с силиконовым покрытием или в виде металлической сетки (в зависимости от типа продукции). Оснащена автоматическим центрированием и пневматическим натяжением. Система охлаждения. Может быть комбинированной (сочетание нижнего и верхнего охлаждения). Холодопроизводительность обеспечивается фреоновыми или водяными воздухоохладителями, установленными в активных секциях туннеля. Вентиляторы. Обеспечивают принудительную циркуляцию охлаждённого воздуха. Корпус. Изготовлен из нержавеющей стали, термоизоляция - из пенополиуретана, герметизация — из силиконовых профилей. Заслонки. Открываются с обеих сторон туннеля (для моделей шириной 820 мм и более), что облегчает чистку

оборудования. Внутренние стальные листы для распределения воздуха. Легко снимаются для технического обслуживания.

Принцип работы: продукция перемещается по конвейерной ленте через изолированные секции туннеля. В каждой секции поддерживается контролируемая температура и влажность воздуха. Охлаждение происходит за счёт принудительной циркуляции холодного воздуха [6,7].

Особенности:

Возможность регулировки скорости конвейера.

Система автоматического центрирования ленты.

Лёгкий доступ для чистки благодаря конструкции внутренних элементов.

Соответствие гигиеническим требованиям EU [3, 6].

Преимущества:

- надежность и долговечность конструкции;
- удобство обслуживания и гигиены;
- автоматизация и точность работы;
- энергоэффективность [6,8];
- универсальность применения;
- повышенные качества готовой продукции [6, 7].

Эти преимущества дают использование этого оборудование для кондитерских производств, где главным в процессе эксплуатации является качество продукции и снижение эксплуатационных затрат [6,9].

Научный руководитель - Януков Н.В., канд. техн. наук, доцент

Список литературы

1. ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200112017
2. ГОСТ Р 53041-2008 Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/energoeffektivnye-resheniya-v-sistemah-otopleniya-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya-vozduha-dlya-predpriyatiy
3. ГОСТ 31985-2013 Услуги общественного питания. Термины и определения. URL: https://msi.elpub.ru/jour/article/view/1747
4. Патент RU 2535401C1 Автоматизированная линия по производству кондитерских изделий с начинкой. URL: https://patenton.ru/patent/RU2535401C1
5. Патент RU 231923U1 Машина для производства пряников. URL: https://patents.google.com/patent/RU231923U1/ru
6. Системы охлаждения для кондитерской отрасли. URL: https://criotechnika.ru/articles/sistemyi-oxlazhdeniya-dlya-konditerskoj-otrasli.html
7. Охлаждение в производстве шоколада и кондитерских изделий. URL: https://ice-guard.ru/blog/okhlazhdenie-v-proizvodstve-shokolada-i-konditersk/
8. Выбор математического описания процесса охлаждения крема кондитерского в холодильной камере. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-matematicheskogo-opisaniya-protsessa-ohlazhdeniya-krema-konditerskogo-v-holodilnoy-kamere
9. Проблематика автоматизации кондитерского производства. URL: https://resources.today/PDF/21ECOR125.pdf

УДК 636.084

Черепинин С.А.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОКЛАВА Б6-КАВ-2 ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КОНСЕРВОВ

Аннотация. В статье рассматривается проблема оптимизации работы вертикального автоклава двухсеточного типа Б6-КАВ-2, широко применяемого на перерабатывающих предприятиях для тепловой обработки консервов. Недостатками этого оборудования является значительная неравномерность температурного поля внутри автоклава. Она обусловлена локальным характером подачи рабочей среды через перфорированную кольцевую трубу, расположенную близко к днищу нижней корзины; отсутствием интенсивного циркулирования и перемешивания рабочей среды. Следствиями неравномерного нагрева являются: увеличение времени стерилизации консервов; снижение производительности цеха; потенциальное ухудшение качества готовой продукции. Предложено техническое решение по модернизации автоклава: замена нижнего стационарного устройства подачи рабочей среды (перфорированной кольцевой трубы) на подвижные распределительные устройства, размещённые в нижней и верхней частях каркаса. Каждое

устройство выполнено в виде вертикального пустотелого вала с наклонно закреплёнными пустотелыми лопастями, оснащёнными горизонтальными форсунками.
Ожидаемые результаты оптимизации: улучшение циркуляции и перемешивания рабочих сред; формирование равномерного температурного поля; сокращение времени стерилизации; повышение качества теплообработки продукции; рост производительности технологического процесса.

Ключевые слова: автоклав, Б6-КАВ-2, тепловая обработка, стерилизация, консервы, оптимизация, модернизация, равномерность температурного поля, циркуляция рабочей среды.

Стерилизация представляет собой тепловую обработку герметично закрытого продукта при температуре свыше 100◦С, обычно в диапазоне 113–120◦С, в течение определённого времени. Главная цель этого процесса — полностью уничтожить микроорганизмы и их споры в обрабатываемом продукте. Крайне важно строго соблюдать как температурный, так и временной режим: например, для мяса время стерилизации варьируется от 60 до 120 минут, для рыбы — от 40 до 100 минут, а для овощей — от 25 до 60 минут [1, 2].

Тепловую обработку консервов в специализированных аппаратах проводят в основном двумя способами. Первый — с использованием острого насыщенного пара без противодавления, что подходит для консервов в жестяной таре объёмом до 500 см3. Противодавлением называют искусственно создаваемое давление внутри аппаратов, которое предотвращает нарушение целостности консервов в процессе стерилизации. Без него избыточное давление, образующееся при нагреве содержимого банки, может привести к деформации донышек и крышек и нарушению герметичности. Второй способ предполагает использование воды, подогреваемой паром, с противодавлением — он применяется для консервов в стеклянной таре и в больших жестяных банках. При таком подходе достигается более равномерное распределение температуры внутри банки при одинаковых формулах стерилизации [2, 3].

Процесс стерилизации в автоклаве включает несколько последовательных этапов: подготовку и загрузку корзин с банками, собственно стерилизацию, охлаждение и выгрузку. При использовании стерилизации паром без противодавления корзины, наполненные банками, загружают в автоклав и пускают пар для вытеснения основной массы воздуха. Затем автоклав закрывают, одновременно открывая продувной кран на крышке и вентиль для спуска конденсата. После нагревания продувной кран и вентиль линии отвода конденсата закрывают, поднимают температуру до уровня, необходимого для стерилизации, и далее ведут процесс в соответствии с заданным режимом. В случае колебаний температуры её регулируют подачей пара и спуском конденсата. По завершении стерилизации подачу пара прекращают и постепенно выпускают пар и остаток конденсата, чтобы не нарушить герметичность банок. Давление в автоклаве понижают до нуля по показаниям манометра, после чего открывают автоклав, выгружают корзины с банками и повторяют цикл. На рис. 1 показана схема коммуникаций автоклава с противодавлением и термографом [2, 5].

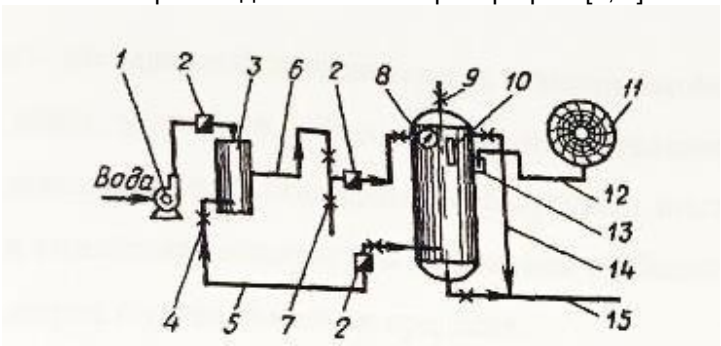


Рисунок 1 - Схема коммуникаций автоклава с противодавлением и термографом: 1 — насос; 2 — обратные клапаны; 3 — бак для подогрева воды; 4 — вентиль паропровода; 5 — паропровод; 6 — магистраль горячей воды; 7 — магистраль холодной воды; 8 — манометр; 9 — продувной кран; 10 — термометр;= 11 — термограф; 12 — капилляр; 13 — термопара; 14 — сливная труба; 15 — спускная труба.

При стерилизации водой с противодавлением корзины с банками погружают в автоклав, наполненный водой так, чтобы она покрывала верхний слой банок на 10–15 см. Температура воды должна быть на 10–15 С выше температуры продукта: для стеклянной тары — 40–50 С, а жестяные банки загружают в кипящую воду. После закрытия автоклава в него подают пар и открывают продувной вентиль для вытеснения воздуха. Когда из продувного крана начинает идти пар, вентиль закрывают и повышают температуру внутри аппарата до режима стерилизации. В случае превышения заданных значений температуры и давления их регулируют, удаляя избыток воды через вентиль на сливной трубе. По окончании стерилизации перекрывают пар и постепенно подают сжатый воздух, а затем холодную воду под давлением 3–4·105 Па, одновременно спуская горячую воду через конденсационный вентиль. Это обеспечивает интенсивное охлаждение банок и создаёт

противодавление в аппарате. Давление поддерживают на постоянном уровне, пока выходящая вода не достигнет температуры около 70–80 С, что обычно происходит через 20–30 минут с момента охлаждения. Затем давление постепенно снижают до атмосферного в течение 10–15 минут. Охлаждение считают завершённым, когда температура выходящей воды составляет около 50 С. Общая длительность процесса охлаждения составляет примерно 30–40 минут [2, 5, 6], таблица 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика вертикальных автоклавов АВ

Показатель	1 корзина	2 корзины	3 корзины	4 корзины
Внутренний диаметр автоклава, мм	1000	1000	1000	1000
Вместимость автоклава, условные банки	300	1600	2400	3200
Габаритные размеры, мм: длина	3080	2080	2080	2080
Ширина	1350	1350	1350	1350
Высота	1750	2500	3250	4000

Помимо традиционных методов, существуют альтернативные способы стерилизации. Один из них — нагревание продукта в электромагнитном поле токов высокой частоты (ТВЧ, 103–1010 Гц) и сверхвысоких частот (СВЧ, 433, 915, 2450 МГц). В этом случае тепло воздействует на микроорганизмы за счёт выделения энергии внутри клеток под действием переменного электромагнитного поля, благодаря чему они погибают быстрее. Например, стерильное мясо можно получить при нагревании до 145◦С в течение всего 3 минут вместо 40 минут при обычной стерилизации (115–118◦С). Такой подход позволяет сохранить пищевую ценность продукта [7].

Ещё один метод - стерилизация горячим воздухом, которая применяется в горизонтальных конвейерных или коаксиальных стерилизаторах (рис.2). В них банки передвигаются цепным конвейером, одновременно вращаясь вокруг своей оси, либо катятся по направляющим через зоны «прогрев — стерилизация — охлаждение». Горячий воздух с температурой 120◦С циркулирует в стерилизаторе со скоростью 8–10 м/с. Это повышает теплопередачу от греющей среды к консервам и снижает вероятность перегрева поверхностных слоёв продукта. При этом перепад температур между периферийными и центральными слоями в банке составляет всего 1–3◦С. На рис. 2 показаны схемы теплообмена в банке при стерилизации в стационарном положении и при осевом вращении [7, 8].

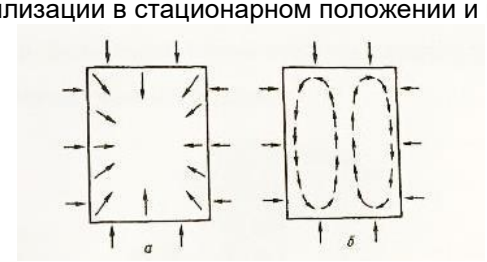


Рисунок 2 - Схема теплообмена в банке при стерилизации: а) в стационарном положении; б) при осевом вращении.

Также применяют стерилизацию ионизирующими облучениями, к которым относят катодные лучи (поток быстрых электронов), рентгеновские лучи (частота 1018–1019 Гц) и гамма-лучи (частота 1020 Гц). Все эти виды излучения обладают высоким бактерицидным действием и способны обеспечить полную стерилизацию без нагрева продукта. Наибольшее практическое значение имеют гамма-лучи из-за их высокой проникающей способности. Время стерилизации таким методом составляет всего несколько десятков секунд, а герметическая упаковка может быть любого вида. Однако высокая интенсивность облучения может изменить составные части мяса, а после обработки продукт остаётся сырым, поэтому его необходимо довести до кулинарной готовности одним из обычных способов нагрева. Преимущество этого метода в том, что он позволяет организовать непрерывно-поточную обработку консервов и максимально сохранить вкусовые свойства и пищевую ценность продукта [6, 7].

Для стерилизации используют автоклавы периодического и непрерывного действия. Автоклавы периодического действия (СР, АВ, Б6-ИСА, Б6-КАВ) бывают вертикальными и горизонтальными и различаются вместимостью и способом регулирования температуры и давления — вручную или автоматически с помощью пневматических и электрических программных устройств. Основные недостатки таких автоклавов — неравномерность температурного поля внутри аппарата, трудоёмкость обслуживания и нерациональное использование воды и пара. Несмотря на эти минусы, они отличаются высокой манёвренностью: в них можно одновременно вырабатывать широкий ассортимент изделий и быстро переходить с одного вида продукции на другой [2, 8].

Более совершенными считаются ротационные аппараты, в которых банки вращаются в процессе стерилизации, что ускоряет теплообмен. Это позволяет повысить температуру обработки, сократить продолжительность нагрева и охлаждения на 50–53 %, уменьшить разность температур

между слоями продукта и лучше сохранить питательные вещества. Примером таких аппаратов служат стерилизаторы «Ротомат» рис. 3 и «Атмос».

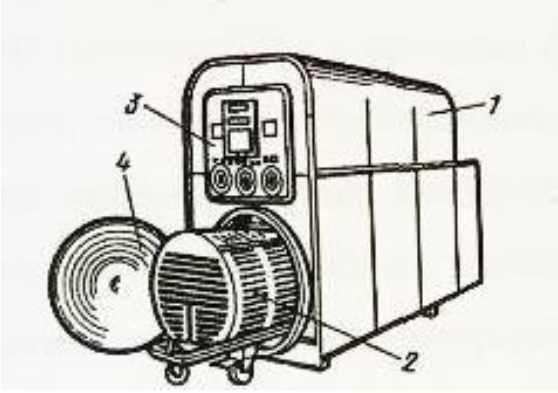


Рисунок 3 - Стерилизатор Ротомат: 1 — корпус; 2 — сетка; 3 — пульт управления; 4 — дверка.

В них банки укладывают в сетки, фиксируют и герметизируют в стерилизационной камере. Процесс включает нагрев, стерилизацию и охлаждение с регулированием температуры, давления и скорости вращения барабана [5, 6, 8], таблица 2.

Таблица 2 - Техническая характеристика стерилизаторов роторного типа периодического действия

Показатель	«Любека» 2002-4	«Ротомат» 1(1100)2	«Ротомат» 1
Вместимость, условных банок	2400	3200	4000
Диаметр корзины, мм	1100	1200	1300
Число оборотов корзины в минуту	0,5–1,5	0,6–2,0	0,7–2,2
Рабочая температура, ◦С	до 130	до 135	до 140
Рабочее давление, МПа	0,3–0,4	0,35–0,45	0,4–0,5
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	5,5	6,0
Габаритные размеры, мм: длина	3500	3800	4100
Ширина	2200	2400	2600
Высота	2800	3100	3400
Масса, кг	4500	5200	6000

Аппараты непрерывного действия подразделяют на роторные, линейные, гидро- и пневмогидростатические. Наиболее перспективными считаются гидростатические стерилизаторы башенного типа, работающие по принципу уравновешивания давления с помощью гидравлических шлюзов, рисунок 4 [5, 6].

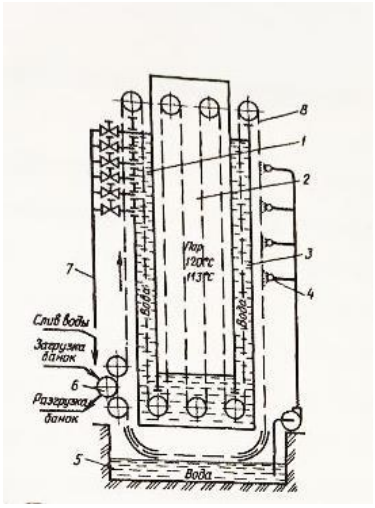


Рисунок 4 - Схема гидростатического стерилизатора башенного типа*:* 1 — зона предварительного подогрева; 2 — зона стерилизации; 3 — зона охлаждения; 4 — гидравлический шлюз; 5 — цепной конвейер; 6 — система подачи и отвода воды; 7 — парогенератор; 8 — система контроля температуры и давления.

К примеру, стерилизатор А9-ФСА состоит из камер подогрева, стерилизации и охлаждения, бассейна для дополнительного охлаждения и цепного конвейера. Банки перемещаются через зоны с разной температурой, что обеспечивает равномерную обработку. Пневмогидростатический стерилизатор «Хунистер» позволяет стерилизовать консервы в жестяной и стеклянной таре, включая продукцию детского и диетического питания [6, 8], таблица 3.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика методов стерилизации

Метод стерилизации	Температура, ◦С	Время обработки	Преимущества	Недостатки
Паром без противодавления	113–120	25–120 мин	Простота оборудования, низкие энергозатраты	Неравномерность прогрева, риск деформации банок
Водой с противодавлением	100–120	30–150 мин	Равномерность прогрева, защита от деформации	Высокие энергозатраты, сложность оборудования
ТВЧ/СВЧ-нагрев	145	3–5 мин	Высокая скорость, сохранение пищевой ценности	Дорогое оборудование, ограниченная вместимость
Горячим воздухом	120	40–60 мин	Отсутствие контакта с водой, равномерный прогрев	Низкая скорость, высокие энергозатраты
Ионизирующим облучением	Комнатная	30–60 с	Отсутствие нагрева, высокая скорость	Необходимость дополнительной обработки, радиационная безопасность

На большинстве существующих мясокомбинатах в цехах по производству консервов видно, что существующие автоклавы (например, Б6-КАВ-2) имеют следующие недостатки: неравномерное температурное поле и нерациональное использование объёма приводят к увеличению времени стерилизации и снижению производительности цеха. Для решения этих проблем разработана модернизированная версия автоклава с паровым эжектором и циркуляционными трубами, риунок 5 [8], рисунок 5.

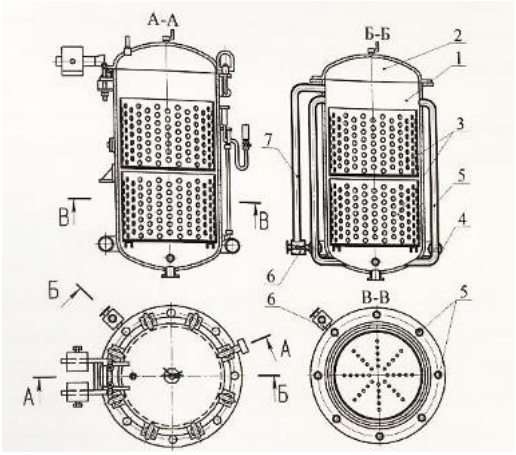


Рисунок 5 - Схема модернизированного автоклава с паровым эжектором: 1 — корпус автоклава; 2 — паровой эжектор; 3 — циркуляционные трубы; 4 — корзина с банками; 5 — система подачи пара; 6 — система регулирования давления; 7 — термодатчики; 8 — манометр; 9 — сливной клапан; 10 — система управления.

В модернизированном автоклаве организованная циркуляция жидкости выравнивает температурное поле, интенсифицирует теплообмен и сокращает продолжительность стерилизации, что в итоге повышает производительность всего производства, таблица 4.

Таблица 4 - Показатели эффективности модернизации автоклава

Параметр	Стандартный автоклав Б6-КАВ-2	Модернизированный автоклав	Улучшение, %
Неравномерность температурного поля, ^{0}С	±18	±2	89
Продолжительность стерилизации, мин	90	65	28
Производительность, условных	800	1100	37,5

банок/час			
Расход пара, кг/цикл	150	110	27
Вероятность брака, %	3,5	0,8	77

Циркуляция теплоносителя по замкнутому контуру с принудительным побуждением обеспечивает равномерное распределение температуры по всему объёму аппарата с отклонением не более $\pm 2^0$C [8].

Таким образом, выбор метода и оборудования для стерилизации зависит от типа продукта, вида тары и требований к качеству готовой продукции. Современные технологии позволяют сократить время обработки, сохранить питательные свойства и улучшить органолептические показатели консервов, обеспечивая безопасность и долговечность хранения. Внедрение модернизированного оборудования даёт возможность повысить производительность, снизить энергозатраты и минимизировать процент брака на консервном производстве.

Научный руководитель - Януков Н.В., канд. техн. наук, доцент

Список литературы

1. ГОСТ Р 72493-2025 Консервы мясные и мясосодержащие стерилизованные. Общие требования, организация и порядок проведения ускоренных испытаний по обоснованию срока годности. URL: https://gostassistent.ru/doc/f9985e7f-e093-41b0-a3e9-fd72a5ec0ced
2. ГОСТ 34177-2017 Консервы мясные. Общие технические условия. URL: https://docs.cntd.ru/document/556309635
3. ГОСТ 13534-2015 Консервы мясные и мясосодержащие. Упаковка, маркировка и транспортирование. URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a1b/4293756024.pdf
4. ГОСТ 26671-2014 Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов. URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ef7/4293764731.pdf
5. Патент RU 2017440 C1 Способ тепловой обработки консервов (авторы: Виницкий Г. С., Верхивкер Я. Г., 1994). URL: https://patents.google.com/patent/RU2017440C1/ru
6. Патент RU 2840527 C1 Способ высокотемпературной тепловой обработки и последующего охлаждения продуктов питания, упакованных в жёсткую или мягкую упаковку, в автоклаве (автор: Жихарев А. Г., 2025). URL: https://patents.google.com/patent/RU2840527C1/ru
7. Мокрушин С.А. Моделирование технологического процесса стерилизации консервов в промышленном автоклаве. / С.А. Мокрушин, И.Г. Благовещенский, Е.А. Назойкин // URL: https://www.spfp-mgupp.ru/jour/article/view/61)
8. Назойкина И.С. «Анализ автоклава Б6-КАВ-2 как объекта управления». URL: http://ea.donntu.ru:8080/bitstream/123456789/30852/1/3_%D0%9D%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%98.%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0_.pdf

УДК 637.3.057

Резун Я.И.
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. Статья посвящена изучению вопроса автоматизии современного упаковочного оборудования, позволяющего существенно повысить эффективность производственных линий. В работе подробно рассматривается принцип работы устройства: от подачи лотка и запайки плёнки до финальной обрезки, и выгрузки готовой упаковки, включая возможности работы с модифицированной газовой средой (MAP) и вакуумирования. В статье приводятся практические рекомендации по настройке, эксплуатации и техническому обслуживанию автоматизированных запайщиков, а также анализируются преимущества их использования в различных отраслях — прежде всего в пищевой промышленности.

Ключевые слова: автоматизация, запайщик лотков, трейсилер; герметичная упаковка; модифицированная газовая среда (MAP); вакуумирование; автоматизация производства; упаковочное оборудование; производительность линии; интеграция оборудования; окупаемость инвестиций; техническое обслуживание; пищевая промышленность; фармацевтическая упаковка.

На сегодняшний автоматизация играет важную роль в агропромышленном комплексе, который обеспечивает продовольственные запасы страны. Современные тенденции показывают рост

интереса к цифровизации и автоматизации процессов, позволяющих повысить производительность труда, снизить расходы, увеличить качество производимой продукции и ее производительность труда.

Агропромышленный комплекс (АПК) переходит на качественно новый уровень. Активная цифровизация сельского хозяйства, роботизация производства и искусственный интеллект делают отрасль всё более высокотехнологичной. Фермеры постепенно уходят от физического труда к инновационному управлению, а ИИ становится обыденным инструментом работы[1].

Автоматический трейсилер выполняет весь цикл операций без участия оператора (за исключением подачи лотков и контроля процесса) [2]:

К основным этапам работы относят:

1.Процесс подачи лотков. Лотки размещаются в зоне загрузки вручную либо подаются конвейером.

2.Позиционирование. Лоток фиксируется на матрице, соответствующей его размерам.

3.Процесс подачи плёнки. Плёнка автоматически протягивается с рулона, накрывает лоток.

4.Вакуумирование (если предусмотрено): из камеры откачивается воздух.

5.Газонаполнение (при наличии функции МГС): камера заполняется инертной газовой смесью (обычно CO_2 и N_2).

6.Процесс запайки. Нагревательный элемент активирует адгезионный слой плёнки, создавая герметичный шов п**о** контуру лотка. Параметры температуры и времени запайки регулируются.

7.Обрезка плёнки. Встроенный нож обрезает излишки плёнки по контуру, обеспечивая аккуратный внешний вид упаковки.

8.Девакуумация – В ходе девакуумаций воздух возвращается в вакуумную камеру, а продукт равномерно и который плотно обжимается плёнкой закрытая и открытая камера.

9.Выгрузка. Готовый лоток выводится из зоны запайки конвейером или вручную.

10.Перемотка обрезков. Отходы плёнки наматываются на отдельный вал.

К особенностям внедрения автоматизации процесса относят[1]:

1. Интеграция в производственную линию, при котором оборудование часто встраивается в конвейерные линии. Это позволяет синхронизировать процессы и увеличить скорость обработки заказов[2].

2. Гибкость настройки, при которой современные системы управления (например, сенсорные панели, программируемые функции) позволяют адаптировать параметры запайки под конкретный вид продукции и меняющиеся производственные условия[3].

3. К совместимости к другими элементами в производственной линии. Важно учитывать совместимость с системами управления производством, складом (WMS) и другими оборудованием.

4. К материалам изготовления к основным узлам, контактирующим с продуктом, часто выполняются из пищевой нержавеющей стали для обеспечения в санитарных норм и долговечности.

5. Лёгкость разборки для санитарной обработки и обслуживания, конструкция должна предусматривать удобный доступ к узлам для чистки и технического обслуживания, поэтапная внедрение.

6. Рекомендуется начинать с автоматизации отдельных операций и постепенно расширять зону автоматизации, обучение персонала необходимо подготовить специалистов, для работы с новым оборудованием и системами к тестированию и оптимизация.

7. После запуска к автоматизированной линии проводятся в тестовых запусках для выявления и устранения недочётов, оптимизации параметров работы.

При внедрении автоматизации важно учитывать объём производства и требуемую производительность, тип продукции и требования к упаковке, совместимость с материалами лотков и плёнки, бюджет включая затраты на расходные материалы, обслуживание и возможные апгрейды, наличие места в производственном помещении, репутация поставщика оборудования и доступность сервисной поддержки[1].

На сегодняшний день производительность включает в себя следующие технологии упаковки в АПК:

1.Стандартная запайка — герметизация в обычной атмосфере. Подходит для:

замороженных полуфабрикатов, сухих продуктов кондитерских изделий.

2.Упаковка в модифицированной газовой среде (МГС / MAP) — воздух в лотке замещается инертной смесью. Применяется для: свежего мяса и птицы (срок хранения увеличивается в 2–4 раза), рыбы и морепродуктов сыров и деликатесов, готовых салатов и нарезок[2].

3.Скин-упаковка — плёнка плотно облегает продукт под вакуумом. Используется для

премиальных мясных отрубов, стейков нарезки колбас и деликатесов[3].

На сегодняшний день существует особенности внедрения процесса автоматизации современного оборудования на сельскохозяйственных предприятиях.

Современное сельское хозяйство переживает масштабную технологическую трансформацию. Внедрение автоматизированного оборудования становится не просто конкурентным преимуществом,

а необходимостью для устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий. Этот процесс обладает рядом специфических особенностей, которые важно учитывать при планировании и реализации проектов автоматизации.

Основные сферы применения автоматизации:

Автоматизация затрагивает практически все направления сельскохозяйственной деятельности. В растениеводстве активно используются системы точного земледелия с применением GPS-навигации, датчики контроля состояния почвы и посевов, автоматические системы орошения. В животноводстве внедряются роботизированные комплексы доения, автоматизированные линии кормления, системы мониторинга здоровья животных. Логистические процессы также подвергаются автоматизации: от учёта продукции до управления складскими запасами и транспортировки[1].

Процесс внедрения автоматизации на сельхозпредприятии следует выстраивать поэтапно:

Во-первых, необходимо провести комплексный аудит текущих производственных процессов. Это позволит выявить наиболее трудоёмкие и затратные участки, где автоматизация принесёт максимальную отдачу.

Во-вторых, на основе результатов аудита разрабатывается стратегия автоматизации с чётким определением приоритетов[2]. Важно выбрать те направления, где внедрение новых технологий даст быстрый и ощутимый экономический эффект.

В-третьих, рекомендуется начать с пилотного проекта на ограниченном участке производства. Это позволит протестировать оборудование в реальных условиях, оценить его эффективность и отработать технологические процессы без риска для всего предприятия.

После успешного завершения пилотного этапа происходит масштабирование успешных решений на другие участки производства. Параллельно с этим организуется обучение персонала работе с новым оборудованием и программным обеспечением.

Внедрение современных автоматизированных систем предъявляет особые требования к инфраструктуре предприятия. Прежде всего, необходима стабильная связь и доступ к интернету, особенно для систем, использующих облачные технологии и удалённый мониторинг. В условиях сельской местности это может стать серьёзной проблемой, требующей дополнительных инвестиций в телекоммуникационное оборудование.

Не менее важным аспектом является надёжное энергоснабжение. Автоматизированные системы часто требуют бесперебойного электропитания, что может потребовать установки резервных источников энергии — генераторов или аккумуляторных систем[5].

Также необходимо обеспечить наличие квалифицированной сервисной службы для технического обслуживания и ремонта оборудования. В отдалённых районах это может быть затруднительно, поэтому многие предприятия создают собственные ремонтные бригады или заключают долгосрочные договоры с поставщиками техники на комплексное обслуживание.

Одним из ключевых факторов успешной автоматизации является человеческий ресурс. На предприятии возникает потребность в специалистах нового профиля: инженерах по автоматизации, техниках по обслуживанию роботизированных систем, аналитиках данных. При этом происходит трансформация существующих должностей — операторы сельхозтехники должны освоить работу с цифровыми интерфейсами и системами управления.

Программа обучения персонала должна включать:

теоретическую подготовку по принципам работы автоматизированного оборудования;

практические занятия на тренажёрах и реальном оборудовании;

изучение программного обеспечения для мониторинга и управления процессами;

обучение методам диагностики и устранения типовых неисправностей[1].

Внедрение автоматизации требует значительных первоначальных инвестиций{1]. Стоимость современного оборудования, программного обеспечения и инфраструктуры может достигать внушительных сумм. Однако важно рассматривать эти затраты как долгосрочные инвестиции, которые окупятся за счёт:

снижения операционных расходов[4];

повышения производительности труда[5];

оптимизации использования ресурсов (семян, удобрений, топлива, воды)[2];

уменьшения потерь продукции;

улучшения качества конечной продукции.

Многие предприятия используют механизмы государственной поддержки — гранты, субсидии, льготные кредиты — для финансирования проектов автоматизации[1]. Это существенно снижает финансовую нагрузку и ускоряет окупаемость вложений.

Технологические вызовы и решения[3]

Сельскохозяйственное производство имеет свою специфику, которая накладывает особые требования на автоматизированное оборудование. Техника должна быть адаптирована к работе в сложных полевых условиях: выдерживать перепады температур, воздействие пыли и влаги, работать на неровных поверхностях.

Важным аспектом является совместимость нового оборудования с уже используемыми системами. Открытые протоколы обмена данными и модульный принцип построения позволяют интегрировать различные устройства в единую систему управления предприятием[2].

Защита данных и кибербезопасность приобретают особую важность при использовании цифровых платформ и облачных сервисов[3]. Необходимо внедрять системы шифрования, аутентификации и резервного копирования информации для предотвращения несанкционированного доступа и потери данных.

При грамотном внедрении автоматизация приносит сельхозпредприятиям целый ряд преимуществ:

Повышение производительности[1]. Автоматизированное оборудование работает круглосуточно без снижения эффективности, что особенно важно в пиковые сезоны.

Оптимизация ресурсов[3]. Точное дозирование семян, удобрений и воды снижает затраты и уменьшает экологическую нагрузку.

Улучшение качества продукции. Стабильное соблюдение технологических параметров обеспечивает высокое качество урожая и животноводческой продукции.

Прозрачность процессов. Цифровые системы учёта позволяют отслеживать все этапы производства в режиме реального времени.

Снижение зависимости от человеческого фактора. Автоматизация минимизирует ошибки, связанные с усталостью или невнимательностью персонала.

Возможность масштабирования. Настроенная автоматизированная система легко расширяется при росте производства.

При внедрении автоматизации сельхозпредприятия часто сталкиваются с рядом типичных ошибок:

Попытка автоматизировать все процессы одновременно без предварительного тестирования. Решение: начинать с пилотных проектов на отдельных участках[2].

Игнорирование обучения персонала. Решение: выделять достаточные ресурсы на программы переподготовки.

Выбор оборудования без учёта местных условий. Решение: проводить тщательное тестирование техники в реальных условиях эксплуатации.

Недооценка затрат на обслуживание. Решение: закладывать в бюджет расходы на сервис и запасные части.

Отсутствие чётких показателей эффективности. Решение: разрабатывать систему KPI для оценки результатов автоматизации.

Тенденции развития сельскохозяйственной автоматизации указывают на дальнейшее углубление цифровизации отрасли[1].

В ближайшие годы ожидается активное внедрение: искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности и оптимизации агротехнологий[2];

1.Автономных роботов для точечного ухода за растениями[3];

2.Блокчейн-технологий для отслеживания цепочки поставок продукции[4];

3.Дронов с мультиспектральными камерами для мониторинга состояния посевов[5];

4.IoT-устройств для создания «умных ферм» с полной автоматизацией процессов[6].

Таким образом внедрение автоматизации на сельскохозяйственных предприятиях — это сложный многоэтапный процесс, требующий комплексного подхода и тщательного планирования. Успех проекта зависит от грамотного учёта всех особенностей: технологических, экономических, кадровых и инфраструктурных.

Несмотря на значительные первоначальные затраты и организационные сложности, автоматизация открывает перед сельхозпредприятиями новые возможности для роста производительности, снижения издержек и повышения качества продукции. В долгосрочной перспективе инвестиции в современные технологии окупаются многократно, обеспечивая устойчивое развитие и конкурентоспособность в динамично меняющихся рыночных условиях.

Научный руководитель - Швецова Н.К, к.э.н., доцент

Список литературы

1. Альт, В. В. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве / В. В. Альт. — Новосибирск : СФНЦА РАН, 2018. — 280 с./kniga-alt-informatsionnyye-tekhnologii-2018[1].

2. Гируцкий, И. И. Автоматизация и роботизация сельскохозяйственных процессов: теория и практика / И. И. Гируцкий, А. Г. Сеньков. — Минск : БГАТУ, 2020. — 312 с./kniga-girutskiy-senkov-avtomatizatsiya-2020[2].

3. Каретникова, М. С. Современные технологии в сельском хозяйстве: от механизации к автоматизации / М. С. Каретникова. — Пермь : ПГАТУ, 2019. — 198 с./kniga-karetnikova-tekhnologii-v-selskom-khozyaystve-2019[3].

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, АГРОХИМИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ..... 3
Бариева Е.И. ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РАЗВИТИЕ ФИТОФТОРОЗА КАРТОФЕЛЯ.....3
Гаврилова Д.А. ВЛИЯНИЕ МОЛИБДЕНА НА УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ.....7
Данилов К.С., Зайцева Е.С., Козырев Н.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ.....9
Зайцева Е.С., Козырев Н.А., Данилов К.С. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРОНОМА 12
*Замятин С. А.**,** Манишкин С.Г. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ МАРИ ФЕРТИ НА МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ..... 15*
*Замятин С. А.**,** Манишкин С.Г., Апаева Н.Н. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 18*
Манишкин С.Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА СОРТА «ФАЛЕНСКИЙ ЮБИЛЕЙНЫЙ» В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 21
Козырев Н.А., Данилов К.С., Зайцева Е.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ 23
Крутихин И.А. ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК УДОБРЕНИЯМИ АКВАРИН И АКВАМИКС НА УРОЖАЙНОСТЬ САЛАТА ПОСЕВНОГО..... 26
Новикова А.Е. ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СОРТОВ БАЗИЛИКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ 28
Прозоров Н.Э., Манишкин С.Г., Новоселов С.И. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ..... 31
Рукавишникова Ю.А. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ 34
Федосеева Д.С. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ..... 37
Федосеева Д.С. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 39
Федосеева Д.С., Жаборов Ш.Р. РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР..... 42
Черников М.А., НОВОСЕЛОВ И.А. ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ПРИ ЕГО ВЫРАЩИВАНИИ 46
Ридный С.Д., Димитров А.А. ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ..... 49
Диденко В.В. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ..... 52
Иванова И.Ю. МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ 56° С.Ш..... 55
Ильина С.В. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА..... 60
Ильина С.В. РЕАКЦИЯ СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА СТРЕССОВЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА..... 63
Манохин С.В. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ АНТИКРИЗИСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В АПК . 67

Манохин С.В. АНТИКРИЗИСНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В АПК РОССИИ 71
Манохин С.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ НЕПЛАТЕЖЕСПОСОБНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК РЕГИОНА..... 74
Мадоян Э.Р. СОЦИАЛЬНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ: НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГАЗОТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ОТРАСЛИ..... 79
Мадоян Э.Р. СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ РЕГИОНА..... 82
Шабалин Н.И. АГРАРНЫЕ МАРКЕТПЛЕЙСЫ — НОВОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ И ТЕХНОЛОГИЧНОЕ ВЕЯНИЕ В ХОДЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ..... 84
Шабалин Н.И. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН..... 88
Шабалин Н.И. РЫНОК ТРУДА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ОТ КАДРОВОГО «ГОЛОДА ДО ВЫЖИВАНИЯ»..... 91
Искоскина А.А. ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЬСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ..... 94
Мадоян Э.Р. РАЗВИТИЕ ГАЗОТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 98
Малышев И.О., Смирнов А.А. ЗАНЯТОСТЬ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ..... 101
Замятин С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОФУНГИЦИДОВ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 106
Замятин С. А., Максимова Р.Б. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ..... 109
Замятин С. А., Максимова Р.Б. СЕЛЕКЦИОННЫЕ ИСЛЕДОВАНИЯ ПО КАРТОФЕЛЮ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 112
Замятин С. А., Максимова Р.Б. СОРТОИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ..... 114
Замятин С. А., Максимова Р.Б. СОРТОИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ..... 117
Замятин С. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ НА УДОБРЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ..... 119
Максимов В.А., Золотарёва Р.И. УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ..... 122
Максимова Р. Б., Замятин С. А. БИОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЧИСЛЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ..... 127
Максимова Р.Б., Замятин С. А..... 130
ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТА «ТОРФЯНОЙ ДАР МАРИЙ ЭЛ» НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ..... 130
Максимова Р.Б., Замятин С.А. СЕВООБОРОТ КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ БИЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОЧВЫ..... 133
Артеменко П.В., Саскевич П.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ..... 136
Малышев И.О., Смирнов А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АПК: СОВРЕМЕННЫЕ ПРАКТИКИ И ТЕНДЕНЦИИ..... 139

Кузьминых А.Н., Яранцев И.А. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА ПОСЕВНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА 142
Кузьминых А.Н., Яранцев И.А. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЧИСТУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ГОРОХА ПОСЕВНОГО 145
Кузьминых А.Н., Антонова Е.А. ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МАРИЙ ЭЛ 147
Кузьминых А.Н., Антонова Е.А. НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ИСТОРИЯ МНОГОРЯДНОГО ЯЧМЕНЯ 150
Кузьминых А.Н., ГОРОХОВ Д.С. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР 152
Сидибе А.Ф. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТА НА СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМОГО АЗОТА В ПОЧВАХ 155

ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ 158
Соломина А.Ю., Протасова М.И., Пидалина Е.В. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КЕКСА С ВЯЛЕНЫМИ ЯГОДАМИ 158
Анисимова С.С. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОКА ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУР 161
Богатырева А.А. НАТУРАЛЬНЫЕ КОНСЕРВЫ «БРЮССЕЛЬСКАЯ КАПУСТА» С СОКОМ ЯГОД КАЛИНЫ 165
Васильева С. Н. КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ МУКИ 168
Градобоева Е.С. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕСЕРТНОГО «ЖЕЛЕ» ИЗ ВИНОГРАДА С САХОРОЗАМЕНИТЕЛЯМИ 171
Казанцев А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ 174
ФОМАШИНА М.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ В РУБЛЕНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ИНДЕЙКИ 177
Юрмашева О.В. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФРУКТОВО-МЯСНЫХ КОМБИНАЦИЙ В КОНСЕРВАХ «ПЕРЕЦ ФАРШИРОВАННЫЙ» 180
Кузьмина Э.И., Кислицына Н.А. РОЛЬ ГРИБА ASPERGILLUS NIGER В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПОТЕНЦИАЛ И РИСКИ 183
Марьина-Чермных О.Г. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ ТОМАТА 185
Кокушкина А.А., Еноктаева М.В. МИКРОВОДОРОСЛИ КАК ОБЪЕКТ БИОТЕХНОЛОГИИ 188
Ерофеева А.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУШЕНОЙ МОРКОВИ И ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ БАГЕТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С СЕМЕНАМИ 191
Пидалина Е. В. МИФЫ О ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТАХ: ПРАВДА ИЛИ ВЫМЫСЕЛ? 194
Кожинов Г.А. ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЯН КИНОА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В РОССИИ 197
Лежнин К.А. СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА 200

Матвеева Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГИИ БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 204
Петрова А.А., Кожинов Г.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЧМЕННОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 207
Ячменева Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧЕНЬЯ 210
Иванова Д.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБЛИМИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ В БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ. 213
Козлов Р.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КУРИНЫХ ТЕФТЕЛЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ КАПУСТЫ 216
Колесников И.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯНИКОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКОВ ИЗ ЯГОД 219
Протасова М.И., Соломина А.Ю., ЯТманова Д.Д. ПРИМЕНЕНИЕ ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕДОВОГО ТОРТА 222
Сафаргалиева В.Р. ВЛИЯНИЕ ВИДА МОЛОКА НА КАЧЕСТВО МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ЖИМОЛОСТЬЮ 225
Скобелева М.Ф. СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАННОЙ КРУПЫ В ТЕХНОЛОГИИ ФРИКАДЕЛЕК ДЕТСКИХ 228
Подковырина О.Е. ТРЕНДРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ: БЫСТРОЕ, ПОЛЕЗНОЕ, ЭКОЛОГИЧНОЕ 231
Подковырина О.Е. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ: ЧТО ПРОВЕРЯЮТ И КАК КОНТРОЛИРУЮТ 234
Подковырина О.Е. СЫРЬЕ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНЬРАТОВ: ОТ ЗЕРНА ДО ДОБАВОК 237
Еноктаева М.В., Кокушкина А.А. КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ 239
Кокушкина А.А., Еноктаева М.В. СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОГО ЧАЯ С РАСТИТЕЛЬНЫМ ТРАВЯНЫМ СЫРЬЕМ 244
Пидалина Е.В. КАК ДЕЛАЮТ ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ: ОТ СУШКИ ДО УПАКОВКИ 248
Пидалина Е.В. ПИЩЕВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ: ЧТО ЭТО ТАКОЕ, ЗАЧЕМ НУЖНЫ И ГДЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ 252
Кузьмина Э.И. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ 255
Воронцова А.М., Лебедева А.А СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНЯНОГО МАСЛА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 258
Лебедева А.А., Воронцова А.М. НАПИТКИ ВОСТОЧНОЙ КУХНИ 261
Самбуров А.М. ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕПЫ, КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ, НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ 264
Шведкина К.А., Заворохина Н.В. ФОРМИРОВАНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ НАПИТКА АВТОРСКОГО ЧАЯ С ПОМОЩЬЮ САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ 267
Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Лукина С.Н., Люкова В.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ БЕРЕЗОВЫХ ОБОГАТИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУЛОЧКИ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА 270

ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ 274
Савинкова Е. А., Охотников С. И., Нигматуллин Р. И. СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЫРОКОПЧЁНЫХ КОЛБАС 274
Савинкова Е.А., Охотников С.И., Нигматуллин Р.И. ОЦЕНКА СОСТАВА, ТЕКСТУРЫ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КУРИНЫХ НАГГЕТСОВ ПОСЛЕ МОДИФИКАЦИИ ИХ РЕЦЕПТУРЫ 278

Нигматуллина Л.Р. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ..... 282
Горохова Н.В. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА ПЕЛЬМЕНЕЙ ИЗ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НУТОВОЙ МУКИ..... 284
Горохова Н.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП В ТЕХНОЛОГИИ ПЕЛЬМЕНЕЙ С НУТОВОЙ МУКОЙ В ТЕСТОВОЙ ОБОЛОЧКЕ 287
Храбрых П.С. ВАРЕНАЯ КОЛБАСА С ДОБАВЛЕНИЕМ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА И ПОРОШКОМ ПОРТУАЛКА..... 289
Храбрых П.С. ПОЛУКОПЧЕНАЯ КОЛБАСА С ДОБАВЛЕНИЕМ КРУПЯНЫХ КОМПОНЕНТОВ..... 291
Храбрых П.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ НАССР..... 294
Храбрых П.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИНУЛИН-СОДЕРЖАЩЕГО ЭМУЛЬСИОННОГО ГЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... 298
Александрова Р.С., Папаева С.В. РУБЛЕНЫЕ МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТНЫХ КОМПОНЕНТОВ..... 302
Александрова Р.С., Папаева С.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЁНЫХ КОЛБАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАРТОВОЙ КУЛЬТУРЫ FLORA ITALIA LC 25 И СПИРТОВОГО ЭКСТРАКТА ЯГОД КАЛИНЫ..... 306
Александрова Р.С., Папаева С.В. СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВЯЛЕНЫХ КОЛБАС 308
Шабалина Н.С. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПАШТЕТОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ..... 311
Шабалина Н.С. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТООБРАЗОВАНИЯ В ВЕТЧИННЫХ ИЗДЕЛИЯХ..... 313
Ганичева Д.А. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С ПАСТИЛОЙ..... 315
Ганичева Д.А. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ ФРУКТОВО-ПАСТИЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ..... 318
Федотова М.В. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НОВОГО ВИДА ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА..... 321
Федотова М.В. РАЗРАБОТКА ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА..... 323
Федотова М.В. ВЛИЯНИЕ ТЫКВЕННОГО МАСЛА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАШТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С КУРИНОЙ ПЕЧЕНЬЮ..... 326
Федотова М.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПАШЕТЕТА ИЗ КУРИНОГО ФИЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ И ТЫКВЕННОГО МАСЛА..... 328
Кабанова Т.В., Гиноян Р. В. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЙОГУРТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СУХИХ ВЕЩЕСТВ..... 331
Суфьянова Л.М., Кабанова Т.В. ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА СЫРОПРИГОДНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОКА РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ..... 334
Короткова А.И., Охотников С.И., Кабанова Т.В. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УПАКОВЫВАНИЯ..... 337
Короткова А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛАДКО-СЛИВОЧНОГО МАСЛА ВЫРАБОТАННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН И СИРОПА ЦИТРУСОВЫХ..... 341

Долгорукова М.В. МАЦКЕВИЧ И.В. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТКИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА 344
Созонова К.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫРА С ЧЕДДЕРИЗАЦИЕЙ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ СЫРНОЙ МАССЫ И ДОБАВЛЕНИЕМ ЯГОД КЛЮКВЫ 346
Брюхачева С.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЙОГУРТА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ 349
Казанцев А.Ю., Тимофеев И.И. ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА 352
Казанцев А.Ю., Тимофеев И.И. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ 354
Чемеева А.В. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С ФРУКТОВО – ЯГОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ 357
Чемеева А.В. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С ФРУКТОВО – ЯГОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ 360
Тимофеев И.И., Казанцев А.Ю. ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРЫ КЕФИРА 362
Тимофеев И.И. Казанцев А.Ю. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕФИРА ПРИ ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗЕ ЛАКТОЗЫ 368
Тимофеев И.И. Казанцев А.Ю. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХАССП ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗЛАКТОЗНОГО КЕФИРА: ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИТИЧЕСКИХ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ... 373
Егорова Е.Р. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО ЙОГУРТА 376
Клементьева А.А. СПЕЦИФИКА ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО С ШОКОЛАДНОЙ КРОШКОЙ И ЗЕМЛЯНИКОЙ 378
Токтаева П.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА С НАСЫЩЕННЫМ ВКУСОМ И ЦВЕТОМ ЕЖЕВИКИ 381
Боссу В. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ЛИКОПИНА 383
Боссу В. ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА С ЛИКОПИНОМ 386
Гиноян Р.В., Кабанова Т.В. ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК: КЕДРОВОГО ОРЕХА И ПЕТРУШКИ НА КАЧЕСТВО РАССОЛЬНОГО СЫРА ГРУЗИНСКИЙ 388
Евдокимова О.В., Иванова Т.Н. ОБОГАЩЕНИЕ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ, УЛУЧШАЮЩИМИ РАБОТУ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА 392
Крылова В.Б., Густова Т.В., Юров И.А., Кузнецов И.В. АСПЕКТЫ ТЕРМИНОЛОГИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫНКА ГОТОВОЙ ЕДЫ В РОССИИ 395
Крылова В. Б., Густова Т. В., Юров И. А., Кузнецов И. В. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СТЕРИЛИЗОВАННЫХ КОНСЕРВОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО РЕЦЕПТУРАМ, СГЕНЕРИРОВАННЫМ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R 398
Пядухов В.Ю. О РАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗДЕЛКЕ МЯСА КРОЛИКА В КОНСЕРВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ . 400

Руднева Л.В., Пчелкина В.А. ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ МЯСА ГРУДКИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ 404
Степанова С.П., Козак С.С. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ЦЕСАРОК РАЗНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ 407
Муравлёва В.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ОСНОВНЫХ ЗЕРНОПРОИЗВОДЯЩИХ РЕГИОНАХ РОССИИ 410
Козак С.С. ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНОГО ПЕННОГО МНОГОКОМПОНЕНТНОГО МОЮЩЕГО С ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ ЭФФЕКТОМ СРЕДСТВА ДЛЯ САНТАРНОЙ ОБРАБОКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСА ПТИЦЫ 414
Козак Ю.А., Козак С.С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ УПИТАННОСТИ ТУШЕК ВЫНУЖДЕННО УБИТОЙ ПТИЦЫ 417
Львин Я.А., Козак С.С. ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ НАДМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ВОДЯНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ТУШЕК ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ 420
Пчелкина В.А., Абакумова Д.Д., Удальцов А.С. ОЦЕНКА ВНУТРИМЫШЕЧНОГО ЖИРА СВИНИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ 423
Малышев И.О., Смирнов А.А. ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТА ОТДЕЛА СБЫТА И МАРКЕТИНГА ПРЕДПРИЯТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РАСЧЕТ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКАНСКОГО МОЛОЧНОГО ЗАВОДА 425

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА 429
Абдыкаликова Б.К., Гылка А.С. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ САХАРА В РАЦИОНЕ ГОЛШТИНО-ФРИЗСКИХ КОРОВ НА ПОЕДАЕМОСТЬ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВ 429
Абдыкаликова Б.К., Сырымбетова К.С. ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ КОРМЛЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ РУССКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЫ И ПОМЕСЕЙ КАЗАХСКОЙ ПОРОДЫ ТИПА ДЖАБЕ 439
Абдыкаликова Б.К., Барч К.Е. ВЛИЯНИЕ ГИДРОПОННОГО КОРМА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТКОРМА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 446
Абдыкаликова Б.К., Жамалиев Н.Т. ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО ОТКОРМА МОЛОДНЯКА КРС И РОЛЬ КОРНАЖА (ЭРЛИДЖА) В ФОРМИРОВАНИИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ455
Баймуканов Д.А., Шамекова М.Х., Карибаева Д.К., Аубакиров Х.А., Каргаева М.Т. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ КОБЫЛОК КАЗАХСКИХ ЛОШАДЕЙ 466
Хлыбова А.Л., Белякова К.Д. ЗООГИГИЕНА НА ФЕРМЕ: ПОЧЕМУ ЧИСТОТА — ЗАЛОГ ЗДОРОВЬЯ И ПРИБЫЛИ 470
Хлыбова А.Л., Белякова К.Д. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ: ПРАВИЛА КОРМЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ 474
Шермонова Т.О., Заболотных М.В. ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ 477
Шермонова Т.О., ЗАБОЛОТНЫХ М.В. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ 480
Кожевникова Н.В., Амиров Д.Р. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ 483

Шермонова Т.О., Заболотных М.В. СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ 485
Роженцов А.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСТАРТЕРНЫХ И СТАРТЕРНЫХ КОМБИКОРМОВ В СХЕМЕ ВЫРЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ..... 487
Роженцов А.Л. СТИМУЛЯЦИЯ ПОЛОВОЙ ФУНКЦИИ И СИНХРОНИЗАЦИИ ОВУЛЯЦИИ У СВИНОМАТОК И РЕМОНТНЫХ СВИНОК ГОРМОНАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ «ФОЛЛИМАГ», «СУРФАГОН» И «ПГ 600» И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И СОХРАННОСТИ ПОРОСЯТ..... 491
Роженцов А.Л. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И ПОЛИВИТАМИННОГО ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АНЕМИИ У ПОРОСЯТ-МОЛОЧНИКОВ И УЛУЧШЕНИЯ ИХ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ..... 495
Гилева К.Н. ВЛИЯНИЕ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД..... 499
Ющенко И.А. К ПРОБЛЕМЕ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ..... 502
Капотова Е. Ю., КАЛЮЖНЫЙ И. И. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ТЕЛЯТ-ГИПОТРОФИКОВ И НОРМОТРОФИКОВ..... 505
Петров М.С., Асрутдинова Р.А., Хайруллин Д.Д. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ..... 508
Алексеев К.В., Кульмакова Н.И. СОСТОЯНИЕ КРОЛИКОВОДСТВА В РФ: АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВ ОТРАСЛИ 512
Иванов В.И. СРАВНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ С РАЗНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ИНДЕКСА ГРУБОСТИ КОНСТИТУЦИИ ПЕРВОЙ И ПОСЛЕДУЮЩИХ ЛАКТАЦИЙ 515
Ильинова А.А., Пирогова И.И. ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ519
Ильинова А.А., Пирогова И.И. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В ЗАО ПЛЕМЗАВОД «СЕМЕНОВСКИЙ» 522
Камаева Д.А. ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ..... 525
Николаева Ж.Ю. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ С РАЗЛИЧНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 527
Пыркина Ю.А. ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ..... 530
Николаева Т.О, Овчинникова О.С. ЗООГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В КФХ АЛИМЧУЕВОЙ З.И..... 533
Николаева Т.О, Овчинникова О.С. ДИЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ ПОРОД ПТИЦ 536
Николаева Т.О, Овчинникова О.С. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ ПЕРЕПЕЛОВ В КФХ АЛИМЧУЕВОЙ З.И. 539
Зиатдинова Н.В., Стенькин А.В. ВЛИЯНИЕ РАЗДОЯ ПО ПЕРВОЙ ЛАКТАЦИИ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ ЛИТОВСКОЙ ТЯЖЕЛОУПРЯЖНОЙ ПОРОДЫ 543
Купсольцева А.А., Стенькин А.В. ДОЕНИЕ КОБЫЛ 546
Пыркина Ю.А., Купсольцева А.А., Сидоров А.В. СОСТАВ МОЛОКА КОБЫЛ..... 551

Сидоров А.В., Чемешева И.В. ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЛОШАДЕЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В СОРЕВНОВАНИЯХ..... 554
Чемешева И.В., Пыркина Ю.А. СОДЕРЖАНИЕ ЛОШАДЕЙ НА КУМЫСНЫХ ФЕРМАХ 559
ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА..... 564
Акмаев А.В., Пильгаев Ф.П. СЛОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ПИЩЕВОЙ НЕПЕРЕНОСИМОСТИ У СОБАКИ 564
Ковтун А.А., Матвеев Д.А., Гаркуша В.И. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОБНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ IN VIVO: ОСТРАЯ, ХРОНИЧЕСКАЯ ТОКСИЧНОСТЬ И МЕСТНОЕ РАЗДРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ..... 566
Беляк В.А., Колесникова А.В. ПОДБОР КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СИНБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЛАКТОПИГ» ПОСРЕДСТВОМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ IN VIVO..... 570
Цветкова Е.А., Вахитов И.И., Хайруллин Д.Д. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОПОФОЛА И КОМБИНАЦИИ КСИЛАЗИНА С ЗОЛЕТИЛОМ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У СОБАК..... 573
Хайруллин Д.Д., Гибадуллин Р.Р. ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ В УСЛОВИЯХ ООО «КИЧУЧАТ» АЛЬМЕТЬЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН..... 575
Волостнова Д.Н. МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СЕКВЕСТРА РОГОВИЦЫ У КОШЕК ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЗРЕНИЯ..... 579
Тетюков М. А. СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ СИНДРОМА СИСТЕМНОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА У ЖИВОТНЫХ С ПАНКРЕАТИТОМ 581
Колесникова А.В. РОЛЬ СРЕДОВОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ЛИНИИ WISTAR 584
Беляк В.А. КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ И ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ..... 586
Ковтун А.А. ИЗУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА КРЫСАХ ЛИНИИ WISTAR..... 589
Бачинская Н.А. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ 591
Потехина Р.М., Хузин Д.А., Юсупов С.А., Калимуллин Ф.Х. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ «НКП» И «МЕЛАССА» НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА..... 594
Петров М.С., Асрутдинова Р.А., Хайруллин Д.Д. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЫПЛЯТ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ..... 596
Грачева О.А., Линчук З.Д. ЭТИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ АЦИДОЗА РУБЦА У КОРОВ..... 601
Додонова Е.А., Муртазина З.Д., Ахметзянова Г.Ф., Шангараев Р.И., Горбунова М.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУХОГО МОЛОКА В МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА..... 604
Потехина Р.М., Хузин Д.А., Лукина Г.Р., Быкова П.В., Калимуллин Ф.Х. МИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ И ПОЧВЫ БУИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН..... 606
Иванов В.В., Малютина Л.В., Шакурова Н.В., Сальникова М.М., Саитов В.Р. НЕЙРОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КСЕНОБИОТИКОВ..... 609
Нуруллина Р.Р., Гасанов А.С., Грачева О.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПЕРАТИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ЛЕВОСТОРОННЕГО СМЕЩЕНИЯ СЫЧУГА У КОРОВ..... 610

Гертман А.М., Тузов С.В. ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО АЦИДОЗА РУБЦА В ХОЗЯЙСТВАХ ЮЖНОГО УРАЛА..... 615
Валиуллин Л.Р., Равилов Р.Х., Мухаммадиев Р.С., Калиниченко В.П., Барышев М.Г. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ЗАЩИТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ОТ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ..... 618
Гирфанов А.И., Бозова Г.Б., Майорова А.А. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА И СЫРОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН 620
Егоров В.И., Алеев Д.В., Галяутдинова Г.Г., Василевский Н.М., Семенов Э.И. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ПЕСТИЦИДОМ ИМИДАКЛОПРИДОМ624
Егоров В.И., Галяутдинова Г.Г., Рахматуллин Э.К., Буркин К.Е., Королева Л.С. МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПИРЕТРОИДАМИ С УЧЕТОМ ИХ НЕЙРОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ..... 627
Маланьев А.В., Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Галяутдинова Г.Г., Бекмуратова Ф.А. ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО СОЕДИНЕНИЯ «МА-26» ДЛЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЖИВОТНЫХ..... 630
Мишина Н.Н., Валиев А., Сагдеева З.Х., Семенов Э.И. ИСПЫТАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЛЕЧЕБНОЙ СЫВОРОТКИ ПРОТИВ МИКОТОКСИКОЗА ЖИВОТНЫХ..... 632
Мишина Н.Н., Семенов Э.И., Сагдеева З.Х. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО СОРБЕНТА В МОДЕЛИ ОСТРОГО МИКОТОКСИКОЗА IN-VIVO 635
Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е., Танасева С.А., Кашеваров Г.С. ДИНАМИКА ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ МИКОТОКСИКОЗА БЕЛЫХ КРЫС..... 637
Тарасова Е.Ю., Матросова Л.Е., Танасева С.А. ОЦЕНКА БЕЗВРЕДНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГАЛЛУАСОРБ» НА КРОЛИКАХ..... 641
Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., Маланьев А.В., Егоров В.И., Алеев Д.В. ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ НОВОГО МИОРЕЛАКСАНТА В ОПЫТАХ НА БЕЛЫХ МЫШАХ..... 644
Хузин Д.А., Тарасова Е.Ю., Лукина Г.Р., Калимуллин Ф.Х., Шлямина О.В. ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ, ВАКЦИНИРОВАННЫХ ИНТРАНАЗАЛЬНО ПРОТИВ ИРТ, ПГ-3 И РСИ С ПЕРВЫХ ДНЕЙ ЖИЗНИ647
Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Маланьев А.В., Асланов Р.М., Алеев Д.В. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА «МА-34» 650
Мухамметшина А.Г., Мухарлямова А.З., Сайфутдинов А.М., Мишина Н.Н., Идрисова Э.И. ИММУНОФЕРМЕНТНЫЙ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИНОВ, ПРОДУЦИРУЕМЫХ ГРИБАМИ РОДА ALTERNARIA 652
Мухарлямова А.З., Мухамметшина А.Г., Сайфутдинов А.М., Буркин К.Е., Сагдеев Э.А. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМИДАКЛОПРИДА И ЕГО МЕТАБОЛИТОВ..... 655
Хаммадов Н.И., Сальманова Г.Р., Хамидуллина А.И., Арутюнян Г.С., Хаертынов К.С. АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИНДИКАЦИИ ВИРУСА АРТРИТА-ЭНЦЕФАЛИТА КОЗ..... 657
Хаммадов Н.И., Горбунова М.Е., Усольцев К.В., Арутюнян Г.С., Шангараев Р.И. ПОИСК КОНСЕРВАТИВНЫХ ГЕНОВ ВИРУСА ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ДЛЯ СПЕЦИФИЧНОЙ ИНДИКАЦИИ ЕГО ПРОВИРУСА..... 660
Иванова В.И. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРИХИНЕЛЛЁЗА..... 664

Нигматулин Г.Н., Спиридонов Г.Н., Евстифеев В.В., Махмутов А.Ф., Дуплева Л.Ш. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КОРОВ МАСТИТАМИ 667
Спиридонов Г.Н., Махмутов А.Ф., Евстифеев В.В, Саматова А.А. Насертдинов Д.Д. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ, ТЕРАПИИ И ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ ТЕЛЯТ 671
Рахимова А.С., Овсянников А.П., Фролов Г.С. ЛЕЧЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА ПАНЛЕЙКОПЕНИИ КОШЕК676
Чурина З.Г., Киселёв Д.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ КАТАРАЛЬНОГО МАСТИТА У КОРОВ 681
Ганиева Д.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ СМЕЩЕНИЯ СЫЧУГА У КОРОВ В УСЛОВИЯХ ООО «АГРОЛАК» 686
Исхакова Г.И., Шлямина О.В., Буркин К.Е., Муртазина З.Д., Королёва Л.С. ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА КАЧЕСТВО СМЕТАНЫ 689
Чурина З.Г., Петрова А.Э. ПРОФИЛАКТИКА НЕОНАТАЛЬНЫХ ПАТОЛОГИЙ У ЖЕРЕБЯТ 692
Зайцева А.А., Чурина З.Г. ХАРАКТЕРИСТИКА И ФУНКЦИИ ПРИДАТОЧНЫХ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ У САМЦОВ 694
Емекеева П. В.,Чурина З.Г. ПРОФИЛАКТИКА ЭМБРИОНАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ У СВИНОМАТОК ... 696
Чурина З.Г., Халиуллина А.Р. СИНХРОНИЗАЦИЯ ПОЛОВОЙ ОХОТЫ У КОРОВ 699
Кукушкина А.В. ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРИХОФИТИИ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ В УСЛОВИЯХ ЗВЕРОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА 703
Кукушкина А.В. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ТРИХОФИТИИ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ 706
Гильмурадов А.М., Амиров Д.Р., Коноплев Е.С., Абдрахманова Г.А., Балацкая Ю.Ю. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ НЕПРАВИЛЬНОГО СРАЩЕНИЯ ПЕРЕЛОМА КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ У СОБАКИ 709
Хасанзанова Н.О., Тремасова А.М. ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ИММУНОЛАЙФ»: РАЗРАБОТКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА 715
Галиуллин А.Д., Ахмадиев А.М., Чурина З.Г. ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ПАРАКЕРАТОЗА У ПОРОСЯТ 720
Дворецкая В.А., Семенов В.Г. ВЛИЯНИЕ AKWA-BIOT-ACTIV НА СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ 721
Дворецкий Г.О., Семенов В.Г. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СОХРАННОСТИ КАРПОВЫХ РЫБ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ 724
Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Плотникова Э.М. Идрисов А.М., Вагин К.Н. СОСТОЯНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РЕГИОНАХ ПОВОЛЖЬЯ 726
Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Плотникова М.Э., Гараев А.Р. ВЫДЕЛЯЕМОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА И АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РЕСПУБЛИКАХ ТАТАРСТАН И ЧУВАШИЯ 729
Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Плотникова Э.М., Садыкова С.В. ИНАКТИВАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВАКЦИН732

Гайнутдинов Т.Р., Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Трофимов Д.Л., Гараев А.Р.
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АНАЭРОБНОЙ ЭНТЕРОТОКСЕМИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН В 2022-2024 ГОДАХ..... 735
Харченко Е.Н. АБСЦЕСС У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ..... 737
Харченко Е.Н. ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ АБСЦЕССА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА 739
Гончаров Н.В. ВИДЫ И ПРОФИЛАКТИКА МАСТИТОВ 742
Гончаров Н.В. ПРОФИЛАКТИКА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ..... 745
Гончаров Н.В. ПРОФИЛАКТИКА БЕШЕНСТВА 748
Гончаров Н.В. ФИННОЗ ЕГО ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА 751
Лаврентьева Е.О. ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ..... 754
Лаврентьева Е.О. ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ..... 756

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ759
Воронов Е.В. ИНТЕГРАЦИЯ РЕЗОНАТОРНЫХ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЛИЗИСТЫХ СУБПРОДУКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА..... 759
Воронов Е.В., Кучин Н.Н. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГОВЯЖЬИХ Желудков В УСЛОВИЯХ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ..... 765
Воронов Е.В. ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ГОВЯЖЬИХ ЖЕЛУДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРАВЛЯЕМОГО СВЧ–УФ–ОЗОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ОБЩЕГО МИКРОБНОГО ЧИСЛА 769
Казаков В.А. ФРАКЦИОННАЯ МАШИНА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОНИЗИРОВАННОГО КОРМА ИЗ УВЛАЖНЁННОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА..... 774
Сычугов Ю.В., Казаков В.А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ..... 778
Казаков В.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОНИЗИРОВАННОГО И ПЛЮЩЁНОГО КОРМА ИЗ УВЛАЖНЁННОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА..... 782
Шевелев А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫТОПКИ ВОСКА НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА В ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРАХ 785
Шевелев А.В., Кучин Н.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБРУСА НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА..... 792
Шевелев А.В., Суслов С.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБРУСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕМНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА..... 799
Отрошко С.А., Шевцов А.В. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ..... 804
Горячева Н.Г. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ХМЕЛЯ В УСТАНОВКЕ С УСЕЧЁННЫМИ КОНИЧЕСКИМИ И ТОРОИДАЛЬНЫМ РЕЗОНАТОРАМИ..... 807
Горячева Н.Г., Суслов С.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХМЕЛЯ НА ОСНОВЕ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ СВЧ-КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ..... 814
Горячева Н.Г., Кучин Н.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ХМЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ЭНЕРГОПОДВОДА..... 822
Александров Д.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ . 828
Александрова А.А. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕЗОНАТОРНЫХ УСТАНОВКАХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ 832

Александрова А.А. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ РАПСА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ 837
Александрова А.А. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ СЕМЯН РАПСА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ 843
Дулепова Ю.М. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 850
Дулепова Ю.М. МИКРОВОЛНОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА 856
Дулепова Ю.М. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ И ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 862
Суслов С.А. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ РОССИИ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ 869
Козлов В.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЯИЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО СВЧ-НАГРЕВА 875
Козлов В.В. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА ЯИЧНОЙ МАССЫ 880
Козлов В.В. РАЗРАБОТКА НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ 886
Шамин Е.А. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ СВЧ-УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНО-ПОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СБОРА И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПУХА СО ШКУРОК КРОЛИКОВ 891
Шамин Е.А. РАЗРАБОТКА СВЧ-СУШИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕПОЧКОЙ СВЯЗАННЫХ РЕЗОНАТОРОВ ДЛЯ РАВНОМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ 898
Шамин Е.А. ИННОВАЦИОННЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УСТАНОВКИ С ВЫСОКОДОБРОТНЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОТДЕЛЕНИЯ ПУХА ОТ ШКУРОК КРОЛИКОВ И ПОВЫШЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЫРЬЯ 905
Лоскутов А. А., Смирнов А.А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ НАЛОГИ: АНАЛИЗ РЕФОРМ 2026 ГОДА И ПРОГНОЗ ДЛЯ УФНС ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ 911
ТИХОНОВ А.А. ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПТИЦЕВОДСТВА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ 913
ТИХОНОВ А. А. ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА МЕТОДАМИ СВЧ-ТЕРМООБРАБОТКИ 921
ТИХОНОВ А. А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ-НАГРЕВА 929
КОРШИКОВ Д. Д. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛАНЖА НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 936
КОРШИКОВ Д. Д. РАЗРАБОТКА ПРОТОЧНОЙ СВЧ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ЯИЧНЫХ ПРОДУКТОВ 943
Федоров М. Е. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПТИЦЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ СВЧ-НАГРЕВА 949

Федоров М. Е. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТНОГО И ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА МЕТОДОМ СВЧ-ТЕРМООБРАБОТКИ..... 955
Федоров М. Е. КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ..... 963
Шабалин Р.А., Сидоров О.О. СУЩЕСТВУЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ. 970
Шабалин Р.А., Сидоров О.О. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКОЙ 972
Иванов И.И., Юнусов Г.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЗЕРНА ИЗКБ-1 978
Иванов И.И., Юнусов Г.С. ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ ЗЕРНА ИЗКБ-1 НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ..... 982
Лоскутов А.А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ НАЛОГИ: АНАЛИЗ РЕФОРМ 2026 ГОДА И ПРОГНОЗ ДЛЯ УФНС ПО РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ 985
Черепинин С.А., Резун Я.И., Рустамов Ш.Б. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА 988
Резун Я.И., Рустамов Ш.Б., Черепинин С.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ 993
Черепинин С.А., Рустамов Ш.Б., Резун Я.И. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИТЬЕВОГО МОЛОКА 996
Саляхов Д.А. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПО ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ ШЕРСТИ 1000
Азизов А.Н., Черепинин С.А. ОБЗОР ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ..... 1003
Маркелова А.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА НА ПРЕДПРИЯТИИ ЗАО «ПЛЕМЗАВОД «СЕМЁНОВСКИЙ»..... 1007
Черепинин С.А., Азизов А.Н. ЗЕРНОСУШИЛКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ВИДЫ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА 1010
Данилов К.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВАПАСТЕРИЗОВАННЫХ СЛИВОК НА ОСНОВЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРУБЧАТОГО ПАСТЕРИЗАТОРА..... 1014
Домрачев А.С. ИССССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ МОБИЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЗАБОЯ КРС С РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕЗКОЙ..... 1017
Максимов Д.Е. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ СИСТЕМЫ С МГНОВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ МОЛОКА..... 1019
Домрачев А.С. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 1022
Зайцева И.А. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ1025
Киселев А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ. 1028
Сидоров О.О., Шабалин Р.А. КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВНЕСЕНИЯ СУХИХ И ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С АГРЕГАТИРОВАНИЕМ НА БАЗЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКЕ 1031

Сидоров О.О., Шабалин Р.А. ПРОЦЕСС ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ АГРЕГАТИРУЕМОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКОЙ 1034
Сидоров О.О., Шабалин Р.А. ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ СУХИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ 1039
Алиев М.У. ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНОЙ РАЗДЕЛКИ ТУШ НА ПОЛУТУШИ НА ОСНОВЕ УСТАНОВКЕ ДС-9 ФИРМЫ «ШЛУМБЕРГЕР» 1044
Ильтубаев Р.А. РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ: АВТОНОМНЫЕ ТРАКТОРЫ И РОБОТЫ-ОПРЫСКИВАТЕЛИ 1047
Максимов Д. Е. ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ 1050
Маркелова А.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА 1054
Розумов Ф.М. УПРАВЛЯЕМЫЕ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА 1057
Савостин И. А. ОСОБЕННОСТИ РОБОТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА 1060
Иванов Д.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ 1063
Иванов Д.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕФИРА 1066
Иванов П.А. ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МЯСА 1069
Савостин И.А. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КРИОГЕННОГО ХРАНЕНИЯ МЯСА 1073
Саляхов Д.А. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПО ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ ШЕРСТИ 1076
Резун Я.И. ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ 1078
Алиев М.У. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРООГЛУШЕНИЯ ПТИЦЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА ФОРМИРУЕМОГО БЛОКАМИ СИНХРОННО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ С КОНВЕЙЕРОМ УСТРОЙСТВА 1085
Рустамов Ш.Б. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОЙКИ БУТЫЛОК И БАНОК, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВА МОЙКИ НА БАЗЕ МАШИНЫ ММРКС – 100 1091
Рустамов Ш. Б. ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯНИКОВ С НОВОЙ ТУННЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ 1095
Черепинин С.А. ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОКЛАВА Б6-КАВ-2 ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КОНСЕРВОВ 1099
Резун Я.И. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 1104

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МОСОЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Выпуск XXVIII

Литературные редакторы:
А.В. Онегов

Компьютерная верстка
Е.В. Ускова

Дизайн обложки
И. В. Шишкарева

Дата подписания к публикации 29.05.2026.
Уч. изд. листы 68,7
Марийский государственный университет, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина 1

1123