



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Н. ПОЛЕЦКОВА

СЕТЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В АПК

INNOVATIVE
SOLUTIONS
IN THE AGRO-INDUSTRI-



ISSN 3034-4174

2025 № 1 (5)



Инновационные решения в АПК

Innovative
solutions
in the agroindustrial
complex

2025 № 1 (5)

ISSN 3034-4174

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого»

И.о. главного редактора

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-инновационного управления, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия)

ISSN 3034-4174

Свидетельство

о

регистрации:

Эл № ФС77-88036

Журнал включен в базу
данных eLibrary

Адрес учредителя, издателя
и редакции:

650056, Российская

Федерация, Кемеровская

область — Кузбасс,

г. Кемерово, ул.

Марковцева, 5, Кузбасский

государственный аграрный

университет имени

В. Н. Полецкого

**Перечень групп
специальностей, по
которым принимаются
статьи к публикации
в научном журнале:**

4.1 Агрономия, лесное и

водное хозяйство

4.2 Зоотехния и

ветеринария

4.3 Агроинженерия и

пищевые технологии

5.2 Экономика

Контакты:

agroinnovatics@internet.ru

Телефон:

+7(3842)73-51-41

Редакционный совет

Альт В.В., доктор технических наук, профессор, академик РАН (Новосибирск, Россия)

Амерханов Х.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (Москва, Россия);

Лубкова Э.М., доктор экономических наук, профессор (Кемерово, Россия);

Маилян Ф.Н., доктор экономических наук, доцент, Армянский государственный экономический университет (Ереван, Республика Армения);

Маринкович Б., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ООО «Агровелес» (Нови Сад, Республика Сербия);

Маринкович Э., Нови Садский университет (Нови Сад, Республика Сербия)

Редакционная коллегия

Бережнов Н.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Бондарева Г.С., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и агробизнеса, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Галиева Г.Ф., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры финансов, анализа и учетных технологий, Башкирский ГМУ (Уфа, Россия);

Гриценко С.А., доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Южно-Уральский ГАУ (Троицк, Россия);

Ермолаев В.А., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Исламгулов Д.Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия, Башкирский ГАУ (Уфа, Россия);

Колосова М.М., кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Коновалов В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, Башкирский ГАУ (Уфа, Россия);

Попова Л.В., начальник научно-инновационного управления, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Ротарь Л.Н., кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики, разведения и биотехнологии животных, СПбГАУ (Санкт-Петербург, Пушкин, Россия);

Солошенко В.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (Краснообск, Россия);

Ульрих Е. В., доктор технических наук, доцент, Калининградский ГТУ (Калининград, Россия);

Чалова Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);

Шереметова С.А., доктор биологических наук, заведующий лабораторией «Гербарий», ФИЦ УУХ СО РАН (Кемерово, Россия)

Содержание

АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА

- Чуркина Е. С.** Цифровизация сельского хозяйства как инструмент повышения конкурентоспособности отрасли 4
- Шилова А. Э.** Демографические риски развития сельского хозяйства промышленного региона (на примере Кемеровской области – Кузбасса)..... 15

УСТОЙЧИВАЯ АГРОЭКОСИСТЕМА

- Данилов В. П., Макарова М. С., Иргалина Р. Ш., Пазин М. А., Сорокин Л. Л.** Репеллентный эффект растений в смешанных и бинарных посевах как биологическая защита ярового рапса от насекомых-вредителей..... 26
- Соболева О. М., Харченко Е. Н.** Действие бактерии *Arthrobacter mysorens* в составе микробиологического удобрения «Мизорин» на урожайность и качество сельскохозяйственных культур..... 38

ПРОДУКТИВНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО

- Завьялов А. А., Лысенко С. Г., Зубова Т. В.** Влияние иммуномодулятора на продуктивность телят молозивного и молочного периода 50

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

- Ермолаев В. А.** Исследование процессов вакуумной сушки творога 61
- Мяленко В. И., Косолапова А. А.** Исследование распределения давления на лопатки ротационного рыхлителя почвы путем имитационного моделирования 70

УДК 338
ЕДН XFXOAV
DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-4-14



ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛИ

Чуркина Екатерина Сергеевна, аспирант, старший преподаватель кафедры менеджмента и агробизнеса¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Статья посвящена цифровизации сельского хозяйства как инструменту повышения конкурентоспособности. В современных условиях возникает потребность повышения конкурентоспособности подотраслей сельского хозяйства как в межотраслевой конкуренции, так и на международном рынке продовольствия. Цель данной статьи заключается в анализе цифровизации отрасли и использования цифровых технологий, в определении конкурентных преимуществ цифровых технологий. Представлены и описаны основные цифровые технологии, применяемые в сельском хозяйстве, проанализированы статистические данные по сельскохозяйственным организациям, применяемым цифровые технологии. Как любой сложный и новый процесс, внедрение цифровизации не проходит гладко и быстро. Автором определены основные проблемы, которые мешают внедрению цифровых продуктов в сельскохозяйственное производство и предложены пути их решения.

Ключевые слова: цифровизация, сельское хозяйство, конкурентоспособность, информационные технологии, цифровые инструменты.

DIGITALIZATION OF AGRICULTURE AS A TOOL FOR INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE INDUSTRY

Churkina Ekaterina S., postgraduate student, senior lecturer of the Department of Management and Agribusiness¹

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. The article is devoted to the digitalization of agriculture as a tool for increasing competitiveness. In modern conditions, there is a need to increase the competitiveness of sub-sectors of agriculture both in inter-sector competition and in the international food market. The purpose of this article is to analyze the digitalization of the industry and the use of digital technologies, to determine the competitive advantages of digital technologies. The main digital technologies used in agriculture are presented and described, statistical data on agricultural organizations using digital technologies are analyzed. Like any complex and new process, the introduction of digitalization does not go smoothly and quickly. The author identified the main problems that hinder the implementation of digital products in agricultural production and proposed ways to solve them.

Keywords: digitalization, agriculture, competitiveness, information technology, digital tools.

Введение

Основным инструментом развития сельского хозяйства сегодня является цифровизация, которая основана на внедрении информационных технологий в управленческие и производственные процессы сельскохозяйственных организаций и направлена на повышение эффективности деятельности путем снижения затрат на единицу продукции и на рост производительности труда. В условиях рыночных отношений цифровизация становится ключевым инструментом повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной отрасли.

Внедрение цифровизации в сельскохозяйственное производство представлено широким спектром современных цифровых решений – от самых простых инструментов, таких как датчики температуры, до комплексных систем управления животноводческой фермой.

Цель данного исследования – рассмотреть процесс цифровизации сельского хозяйства как основной инструмент повышения конкурентоспособности отрасли.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) представить перечень реализующихся цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- 2) определить динамику применения цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- 3) выявить конкурентные преимущества применения цифровых технологий в сельском хозяйстве.

Материалы и методы

В статье приводятся статистические данные по использованию цифровых технологий в сельскохозяйственных организациях; предлагается дифференциация цифровых технологий по основным направлениям деятельности сельскохозяйственных организаций.

В рамках данного исследования мы обратились к научным трудам исследователей по вопросам цифровизации и цифровых технологий в сельском хозяйстве. Материалами для исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики.

Предметом исследования стал процесс цифровизации сельского хозяйства, а объектом исследования – конкурентоспособное сельское хозяйство.

Результаты

Под цифровизацией сельскохозяйственного производства нами понимается внедрение цифровых технологий и инструментов в управленческие и производственные процессы. Привычные трудовые операции в новых условиях трансформируют роль работника от основного деятеля и источника производительной силы к роли координатора и наблюдателя за процессами. Понятие «цифровые технологии» включает в себя различные цифровые инструменты и средства для сбора, систематизации и анализа данных, принятие решений искусственным интеллектом на основе таких данных с помощью различных электронных устройств.

Цифровизация открывает совершенно новые возможности для взаимодействия между участниками всего агропромышленного комплекса – сельхозтоваропроизводителями, переработчиками, организациями технического обеспечения сельского хозяйства и другими партнерами. Мгновенный обмен актуальными данными, сокращение времени на взаимодействие между всеми участниками рынка, в том числе и государственными структурами, способствуют развитию отрасли и повышают ее конкурентоспособность как внутри, так и на межотраслевом уровне. Так, Ю.Н. Романцева определяет внутриотраслевую конкуренцию как «конкуренцию между предприятиями отрасли, производящими идентичные товары и услуги, за более выгодные условия производства и сбыта продукции» [5]. В межотраслевом аспекте конкурентоспособность агропромышленного комплекса рассматривала А.А. Айтпаева и определяла ее как «способность отраслей, его составляющих, производить и реализовывать базовые виды конкурентоспособного, высококачественного, биологически полноценного и эко-генетически безопасного продовольствия в объемах, обеспечивающих параметры продовольственной независимости» [2].

Точечное внедрение цифровых решений не даст должного экономического эффекта, поэтому необходимо рассматривать данный процесс комплексно и всестороннее. Именно цифровые системы полного цикла, которые объединяют в себе все производственные и управленческие процессы, помогают достичь необходимого положительного экономического эффекта. Такие системы обеспечат необходимый поток оперативных данных, предупредят о возможных рисках, гарантируют оперативную реализацию своевременно принятых управленческих решений.

При рассмотрении основных направлений цифровизации подотраслей сельского хозяйства – автоматизацию и роботизацию процессов, анализ и использование больших данных, искусственный интеллект и Интернет вещей – в первую очередь необходимо выделить автоматизацию процессов. Н.В. Шарапова отмечает, что для достижения конкурентоспособности продукции сельского хозяйства «необходимо внедрять современные передовые технологии, робототехнику, автоматизацию в агропромышленное производство» [7]. Применение автоматизированных систем в производстве сельскохозяйственной продукции помогает сократить трудоемкость работ по мониторингу и сбору оперативной информации, решать вопросы дефицита

кадров, снизить трудозатраты на ресурсоемкие операции (посев, сбор урожая, обработка растений) и оперативно принимать эффективные управленческие решения.

Сквозные цифровые технологии можно сгруппировать по основным направлениям применения в сельском хозяйстве: *в производственных процессах* применяются автоматизированные и роботизированные системы, искусственный интеллект и Интернет вещей, промышленный Интернет вещей и геоинформационные системы; *администрирование* – сбор и анализ больших данных, использование цифровых двойников и облачные сервисы; *реализация и сбыт продукции* – цифровые платформы и смарт-контракты на основе технологии блокчейн.

Особое место занимают «умные фермы». В их основе лежит технология Интернета вещей, которая позволяет собирать, учитывать, обрабатывать и анализировать большие данные и управляется искусственным интеллектом. Полученные данные дают оперативную информацию, например о состоянии растений, уровне спелости и необходимости внесения удобрений; а также служат основанием для принятия управленческих решений.

Технология Интернета вещей основывается на взаимосвязи различных устройств, которые взаимодействуют между собой, обмениваясь данными с помощью искусственного интеллекта (ИИ). Обеспечение непрерывного мониторинга помогает незамедлительно реагировать на любые изменения в процессах производства и принимать необходимые решения или отдавать команды для запуска алгоритмов и протоколов, направленных на оптимизацию процессов производственной деятельности.

Сбор и анализ больших данных необходимы для эффективного стратегического управления организацией и повышения ее конкурентоспособности на рынке. Актуальные и своевременные данные могут предупредить о негативных событиях в производственном процессе, оценить рынок и спрогнозировать спрос на продукцию. Преждевременное прогнозирование потенциальных рисков помогает провести предупредительные мероприятия по минимизации их воздействия. Облачные технологии позволяют хранить большие данные и использовать их в любой точке мира, где есть сеть «Интернет».

Точное земледелие предполагает использование различных спутниковых данных и навигации для определения состояния отдельного участка поля и посевов. Точечное внесение удобрений в зависимости от

определения потребности в границах участка, который нуждается в подкормке, помогает сократить затраты и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Роботы и беспилотные летающие аппараты нашли свое применение как в растениеводстве – это полевые работы и мониторинг состояния полей и посевов, так и в животноводстве – уход за животными и определение мест их выпаса. Применение робототехники в производстве продукции в значительной мере способно повысить производительность и снизить нагрузку на работника.

Биотехнологии с применением цифровых инструментов используются в области генетики и селекции. В последние годы на государственном уровне поднимается вопрос о необходимости развития отечественного семеноводства и селекции, в частности выведение новых сортов растений, адаптированных к российским природно-климатическим условиям, и высоко продуктивных пород сельскохозяйственных животных.

Технология «блокчейн» используется для создания электронных торговых площадок и отвечает условиям цифрового взаимодействия сельхозтоваропроизводителей с потребителями и органами государственной власти. Такое взаимодействие сокращает временные затраты и делает процессы прозрачнее и понятнее, минимизируя количество посредников и повышая доходность организации.

В своих исследованиях А.Э. Шилова и Э.М. Лубкова определяют конкурентоспособность предприятия как «способность экономического субъекта достигать собственных целей в условиях рыночного противостояния», а возможность достижения конкурентоспособности видят в «интенсификации производства и внедрении инновационных технологий» [8–9].

В результате применения цифровых продуктов сельское хозяйство может обрести следующие конкурентные преимущества:

1. Повышение объемов производства продукции за счет роста урожайности, снижения потерь и повышения продуктивности животных.
2. Сокращение затрат, в том числе трудовых, на всех этапах производства сельскохозяйственной продукции: от покупки (селекции) семян до доведения до потребителя, за счет рационального использования имеющихся ресурсов, минимизации потерь при производстве и реализации продукции.

3. Повышение доступности новых рынков сбыта посредством развития электронной торговли. Прозрачность сделок и формирование положительной репутации организации повышают шансы на завоевание доверия потребителей. Стираются территориальные границы и появляется возможность выхода на международный рынок.

4. Экологизация производства продукции сельского хозяйства с помощью рациональных и ресурсосберегающих технологий и сокращения негативного воздействия на окружающую среду, что обеспечивает имидж продукции и производителя, а также позволяет сохранять экологию территории производства.

Цифровизация сельского хозяйства дает возможность перейти на принципиально новую организацию и управление производством продукции. Рост спроса на экологически чистую и безопасную продукцию диктует необходимость перехода на зеленое производство.

Для понимания того, как используются цифровые технологии в сельском хозяйстве, рассмотрим таблицу 1.

Таблица 1

Использование цифровых технологий в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве*

Цифровая технология	Число организаций			Показатель	
	2021	2022	2023	Абсолютное отклонение 2023 г. от 2021 г., +/-	Темп роста 2023 г. к 2021 г., %
Геоинформационные системы	1250	1208	1 221	-29	97,68
Цифровые платформы	765	709	916	151	119,74
Технологии сбора, обработки и анализа больших данных	1812	н/д	891	-921	49,17
Технологии искусственного интеллекта	226	366	184	-42	81,42
Облачные сервисы	1673	1982	1 860	187	111,18
Интернет вещей	1121	920	965	-156	86,08

Окончание таблицы 1

Цифровая технология	Число организаций			Показатель	
	2021	2022	2023	Абсолютное отклонение 2023 г. от 2021 г., +/-	Темп роста 2023 г. к 2021 г., %
Технологии радиочастотной идентификации объектов (RFID)	789	730	798	9	101,14
Промышленные роботы / автоматизированные линии	410	372	381	-29	92,93
Аддитивные технологии	105	61	119	14	113,33
Цифровой двойник	117	75	96	-21	82,05

*Составлено автором по источнику [6]

Представленные выше данные указывают на сложности при использовании цифровых продуктов. Так, наблюдается отрицательная динамика использования технологии больших данных. Количество организаций, переставших использовать данную технологию в 2023 году, составило 921 единицу, или 50,83 % от уровня 2021 года. На данный показатель повлияли введенные ограничения против российской экономики некоторых стран-производителей цифровых продуктов. Связанные с большими данными цифровые технологии (Интернет вещей и искусственный интеллект) использовались в 2023 году меньше на 13,92 и 18,58% соответственно по сравнению с 2021 годом. Сократилось и количество роботов и автоматизированных линий – на 7,07 %, т.е. с 2021 года по 2023 год снизился уровень роботизации сельскохозяйственного производства.

От использования цифрового двойника за анализируемый период отказалась 21 сельскохозяйственная организация. Это составило 17,95 % от уровня 2021 года. Данная тенденция негативно отразилась на переходе к цифровому сельскому хозяйству.

Активно развиваются и внедряются в сельскохозяйственное производство облачные сервисы, цифровые платформы и аддитивные технологии. Положительную тенденцию можно объяснить тем, что в России

развиваются отечественные компании, которые имеют собственные облачные платформы, такие как Yandex Cloud и Облако Mail.ru., Scloud – сервис удаленной работы в 1С, «ЦПС: АгроУправление» – геоинформационная система (ГИС) на платформе «1С». Это комплексное решение для сельского хозяйства, которое включает в себя множество различных инструментов для решения текущих задач сельскохозяйственной организации. Использование отечественных цифровых продуктов снижает риски потери и утечки данных. Развитие цифровых платформ связано с ведомственным проектом Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство», в котором развитие цифровых платформ является одной из ключевых задач [4].

Как отмечает портал РБК «Тренды», ссылаясь на прогноз консалтинговой компании «Яков и партнеры»: «...К 2030 году цифровизация обеспечит прирост производительности труда в российском сельском хозяйстве на 15,6%; увеличит объемы производства от 3 до 5%; снизит себестоимость от 5 до 20%...» [1].

Заключение

Внедрение цифровых технологий, в том числе и в сельское хозяйство – это процесс, который требует времени, ресурсов и технической и кадровой готовности, а также хозяйство требует значительных финансовых вложений. Как правило, приобретение одного цифрового инструмента не даст желаемого финансового эффекта. Поэтому к цифровизации организации необходимо подходить комплексно и охватывать все производственные операции, и только тогда можно получить совокупный положительный результат от применения информационных технологий. Чаще всего мелким и средним предприятиям внедрение цифровых продуктов недоступно в связи с их высокой стоимостью, поэтому необходимо говорить о создании программ поддержки со стороны государства мелких и средних сельхозтоваропроизводителей.

Для широкого внедрения цифровизации в сельское хозяйство требуется необходимая инфраструктура, которая обеспечит доступом к сети «Интернет», в том числе, отдалённые сельские территории. Без должных технических условий полноценное использование цифровых продуктов не представляется возможным. Процесс цифровой трансформации сельского хозяйства осложняется санкционным давлением на Россию и ограниченным доступом к зарубежным информационным технологиям. Все это диктует

необходимость развивать отечественную IT-сферу. Достижение технологического суверенитета даст возможность использовать цифровые технологии в сельском хозяйстве без рисков потери вложенных средств из-за санкционного ограничения функционала зарубежных цифровых продуктов.

Кадровый голод в стране особенно ощущается в сельском хозяйстве. Сегодня у населения сформировались убеждения, что работа в подотраслях сельского хозяйства сложная и непрестижная. Многие работники предприятий нуждаются в переподготовке в области информационных технологий и цифровых продуктов. Исследователи Т.Г. Гурнович, Б.Р. Дзетль, М.З. Тхагушев также отмечают «нехватку трудовых ресурсов, которые бы отвечали современным требованиям производства сельскохозяйственной продукции в условиях цифровой трансформации» [3]. Наличие цифровых инструментов не приведет к желаемому положительному финансовому эффекту, если не быть способным их эффективно использовать.

Особое внимание следует уделить своевременному формированию законодательной базы в области цифрового сельского хозяйства, которая будет регулировать и стимулировать внедрение цифровых продуктов в отрасль.

Цифровизация сельского хозяйства является мощным инструментом повышения конкурентоспособности отрасли. Применение цифровых продуктов позволит повысить эффективность деятельности сельскохозяйственных организаций, снизить затраты на единицу продукции, уменьшить трудоемкость работ и повысить качество выпускаемой продукции. Чтобы цифровые продукты приносили желаемый эффект, необходимо создать благоприятные условия для цифровой трансформации сельского хозяйства. Это не произойдет в один день, на глобальные изменения нужны время и ресурсы. Только комплексный подход поможет разрешить трудности, которые возникают в процессе внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство.

Список источников

1. Аграрии будущего: как «цифра» изменит сельское хозяйство // РБК-Тренды [Сайт]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/6579a6d59a7947010b869cb6?from=sory> (дата обращения: 19.11.2024).

2. Айтпаева, А. А. Цифровизация сельского хозяйства в контексте повышения конкурентоспособности отечественного АПК // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Экономика. 2019. № 3. С. 56–63. DOI 10.24143/2073-5537-2019-3-56-63; EDN NVHHZU.
3. Гурнович, Т. Г., Дзетль, Б. Р., Тхагушев, М. З. Наращивание конкурентного потенциала аграрных формирований // Вестник Академии знаний. 2024. № 1(60). С. 111–116. EDN IGSMVZ.
4. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации : офиц. сайт. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf?ysclid=m3oijuaxf8902358532> (дата обращения: 19.11.2024).
5. Романцева, Ю. Н. Статистическая оценка конкурентоспособности аграрного сектора России // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 12. С. 74–82. EDN YQODYT.
6. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ) // Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 09.12.2024).
7. Шарапова, Н. В. Человеческий капитал. Его влияние на конкурентоспособность сельского хозяйства // Аграрный вестник Урала. 2018. № 10(177). С. 14. EDN RJPKEI.
8. Шилова, А. Э., Лубкова, Э. М. Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и перспективные направления развития сельского хозяйства промышленного региона на примере Кемеровской области // Экономика и предпринимательство. 2019. № 1(102). С. 502–507. EDN YYFUJF.
9. Шилова, А. Э., Лубкова, Э. М. Продовольственное обеспечение региона и конкурентоспособность АПК (на примере Кемеровской области). Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. 111 с. ISBN 978-5-00137-015-4. EDN YTLMCD.

УДК 332 : 314
ЕДН YAHIFM
DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-15-25



**ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ РИСКИ РАЗВИТИЯ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА
(НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССА)**

Шилова Анна Эдуардовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и агробизнеса¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет им. В. Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Формирование человеческого капитала для отраслей экономики, представленного специалистами, отвечающими современным требованиям работодателей, – основа эффективного развития государства и общества. В сельском хозяйстве вопрос формирования и развития человеческого капитала стоит особенно остро в силу территориальной привязки аграрных предприятий к сельским территориям, как правило, тяжелых условий труда и низкой привлекательности аграрных профессий для молодежи. В промышленных регионах ситуация еще более усугубляется рядом неблагоприятных факторов, включающих региональные отраслевые особенности, что приводит к существенным демографическим рискам развития сельского хозяйства.

В статье на основе анализа статистических данных и вторичного анализа научной литературы показаны демографические риски развития сельского хозяйства промышленного региона на примере Кемеровской области – Кузбасса.

Ключевые слова: человеческий капитал сельского хозяйства, человеческий капитал сельских территорий, демографические риски, сельское хозяйство промышленного региона, сельское население, старение населения.

DEMOGRAPHIC RISKS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN AN INDUSTRIAL REGION (ON THE EXAMPLE OF THE KEMEROVO REGION AND KUZBASS)

Shilova Anna E., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of management and agribusiness¹

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. Human capital's formation for economic sectors, represented by specialists who meet modern requirements of employers, is the basis for effective development of the state and society. The issue of formation and development of human capital in agriculture is particularly acute due to the territorial binding of agricultural enterprises to rural areas, difficult working conditions and low attractiveness of agricultural professions for young people. The situation in industrial regions is further aggravated by a number of unfavorable factors, including regional industry characteristics, which leads to significant demographic risks for the development of agriculture.

Демографические риски развития сельского хозяйства промышленного региона выявлены на примере Кемеровской области – Кузбасса на основе анализа статистических данных и вторичного анализа научной литературы

Keywords: human capital of agriculture, human capital of rural areas, demographic risks, agriculture of industrial region, rural population, population aging.

Введение

Кемеровская область – Кузбасс является регионом с ярко выраженной промышленной специализацией экономики. Наличие значительных запасов каменного угля определило судьбу региона. Кемеровскую область относят к ресурсным регионам или регионам, специализирующимся на добыче полезных ископаемых. Развитая промышленность накладывает отпечаток на социально-экономическое развитие региона, других отраслей и сфер экономики, влияет на экологическую ситуацию.

Безусловно, промышленное производство, особенно угольная промышленность, оказывает влияние и на возможности развития сельского хозяйства, причем не только за счет того, что сельские территории используются для добычи полезных ископаемых и не привлекательны для

проживания людей. Исторически специализация региона также обуславливает высокий уровень урбанизации, что выступает ограничивающим фактором с позиции формирования человеческого капитала для сельского хозяйства.

Особенностям социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса, в том числе условиям функционирования и рискам развития сельского хозяйства, посвящено множество исследований отечественных авторов.

А. В. Харитонов, исследуя специфику развития сельских территорий и сельского хозяйства промышленно развитых регионов, отмечает двойственность влияния промышленности на сельское хозяйство. С одной стороны, высокая степень развития промышленности и высокий уровень урбанизации обуславливают необходимость развития сельского хозяйства как основы продовольственной безопасности региона. С другой стороны, развитию сельскохозяйственного производства препятствуют отток трудоспособного населения в города и недостаточность кадров высокой квалификации для сельскохозяйственной отрасли [4]. Также отмечается вытеснение сельскохозяйственных производств промышленными, поскольку именно в сельской местности расположено множество угольных и других промышленных предприятий [4].

Для промышленных регионов с развитой добычей полезных ископаемых остро стоит проблема изъятия земель сельскохозяйственного назначения из оборота, поскольку промышленные предприятия тяготеют к местам добычи, а не к крупным городским агломерациям, как в регионах с развитыми обрабатывающими производствами [7].

Н. С. Бондарев, Г. С. Бондарева и А. В. Харитонов акцентируют внимание, что в сельских территориях Кемеровской области – Кузбасса наблюдается существенная экологическая нагрузка в силу того, что специализация производства во многих из них сместилась с развития аграрного производства на развитие угольной промышленности [1].

Т. А. Юрзина, Н. Н. Егорова, Н. А. Заруба и П. Д. Косинский справедливо отмечают непривлекательность ряда сельских территорий Кемеровской области – Кузбасса для проживания людей в силу неразвитой инженерной, дорожно-транспортной и социальной инфраструктуры [8].

О недостаточности объема государственной поддержки развития инфраструктуры сельских территорий как барьере для повышения качества жизни сельского населения пишут Э. М. Лубкова и А. В. Зубова [2].

Е. В. Матвеева, поднимая вопрос профессиональной идентичности молодежи как новой парадигмы развития сельских территорий, делает вывод, что обеспечить кадровую привлекательность отрасли позволят только совместные усилия органов власти, вузов и агропредприятий [3].

Таким образом, ученые, специализирующиеся на вопросах развития сельского хозяйства и сельских территорий, выражают значительную обеспокоенность ситуацией в сельском хозяйстве региона, в том числе в контексте поддержания кадровой обеспеченности отрасли, что объясняет актуальность исследования особенностей региона с позиции демографических рисков развития сельского хозяйства.

Материалы и методы

В качестве основных методов исследования в статье используются монографический, абстрактно-логический и экономико-статистический методы.

При проведении исследования проанализированы труды отечественных ученых, статистические данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) и Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации.

Результаты

На основе статистических данных определена динамика численности населения Кемеровской области, в том числе сельского (табл. 1).

В Кемеровской области – Кузбассе с 1990 по 2023 год наблюдалась устойчивая тенденция к снижению темпа роста населения. Население региона в целом за анализируемый период уменьшилось на 17,5 %, а сельское население – на 13,9 %. При инерционном развитии демографических процессов в Кемеровской области – Кузбассе к 2030 году население сократится еще на 177 567 человек, или на 6,94%, по сравнению с показателем 2023 года, а сельское население – на 23950 чел., или 6,95% соответственно. Тенденция на снижение населения негативным образом скажется на рынке труда, особенно в аграрной сфере.

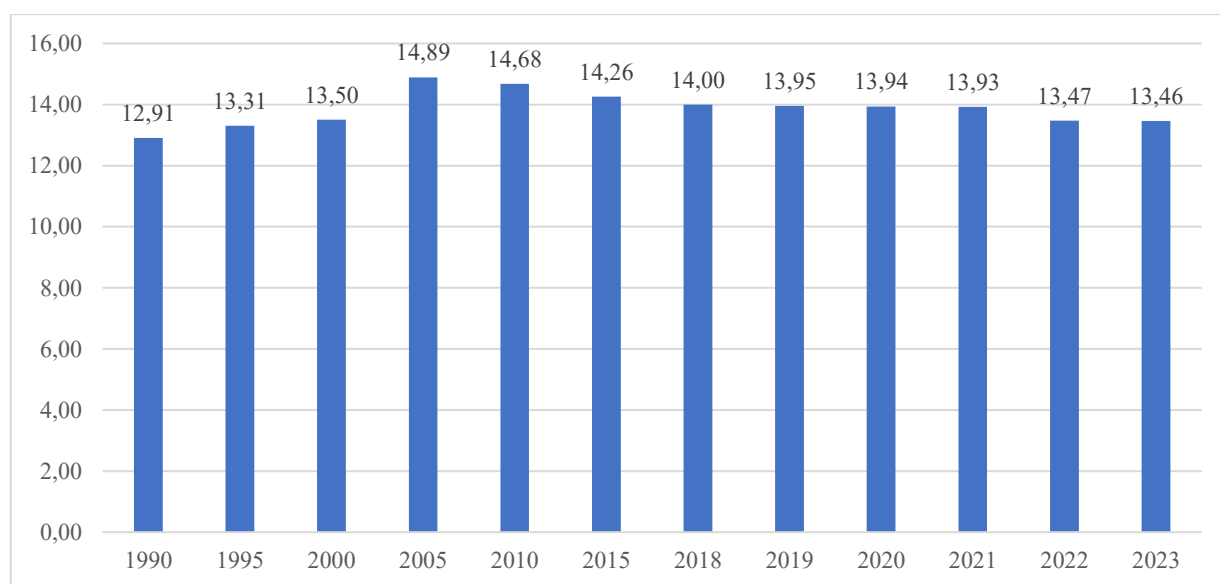
Следует заметить, что на протяжении всего исследуемого периода удельный вес сельского населения не достигал 15 % от общей численности населения Кемеровской области – Кузбасса.

Таблица 1

Динамика численности населения Кемеровской области – Кузбасса в 1990–2023 гг., чел.

Год	Население, чел.	В том числе сельское	
		чел.	удельный вес, %
1990	3 099 975	400 174	12,91
1995	3 056 368	406 696	13,31
2000	2 952 850	398 762	13,5
2005	2 819 452	419 844	14,89
2010	2 767 109	406 231	14,68
2015	2 721 309	388 077	14,26
2018	2 684 566	375 758	14,0
2019	2 666 055	371 981	13,95
2020	2 645 650	368 807	13,94
2021	2 618 859	364 760	13,93
2022	2 580 125	347 629	13,47
2023	2 557 961	344 379	13,46

*Составлено автором по данным <https://www.fedstat.ru/indicator/31556>

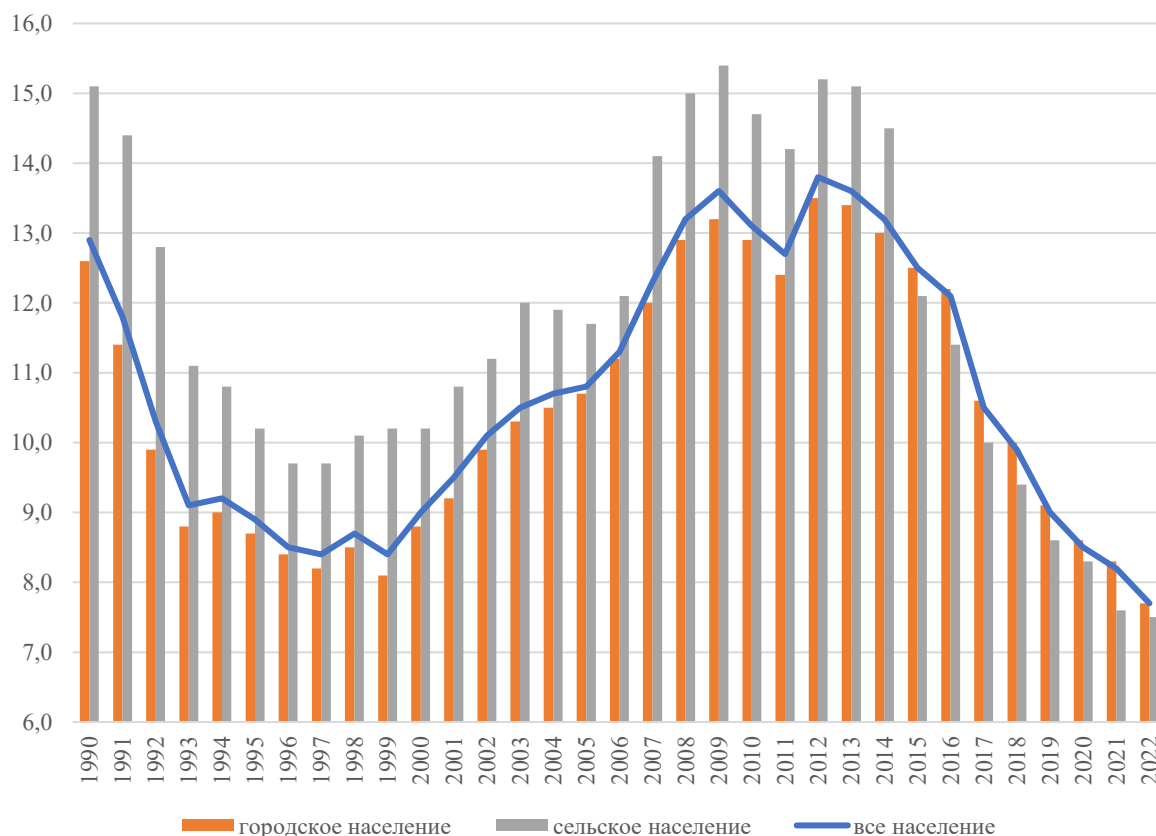


*Составлено автором по данным <https://www.fedstat.ru/indicator/31556>

Рис. 1. Удельный вес сельского населения в численности населения Кемеровской области – Кузбасса в 1990–2023 гг.*, %

Причем, если с 1990 по 2005 год наблюдалось некоторое увеличение доли сельского населения, после 2005 года удельный вес сельского населения неукоснительно сокращался. В 2023 году менее 14 % кузбассовцев проживали в сельской местности (рис. 1).

В значительной мере сокращение сельского населения было связано с его старением, а также с естественной убылью. На рисунке 2 представлен показатель числа родившихся на 1000 человек населения за год.



*Составлено автором по данным Федеральной статистики

<https://www.fedstat.ru/indicator/31269>

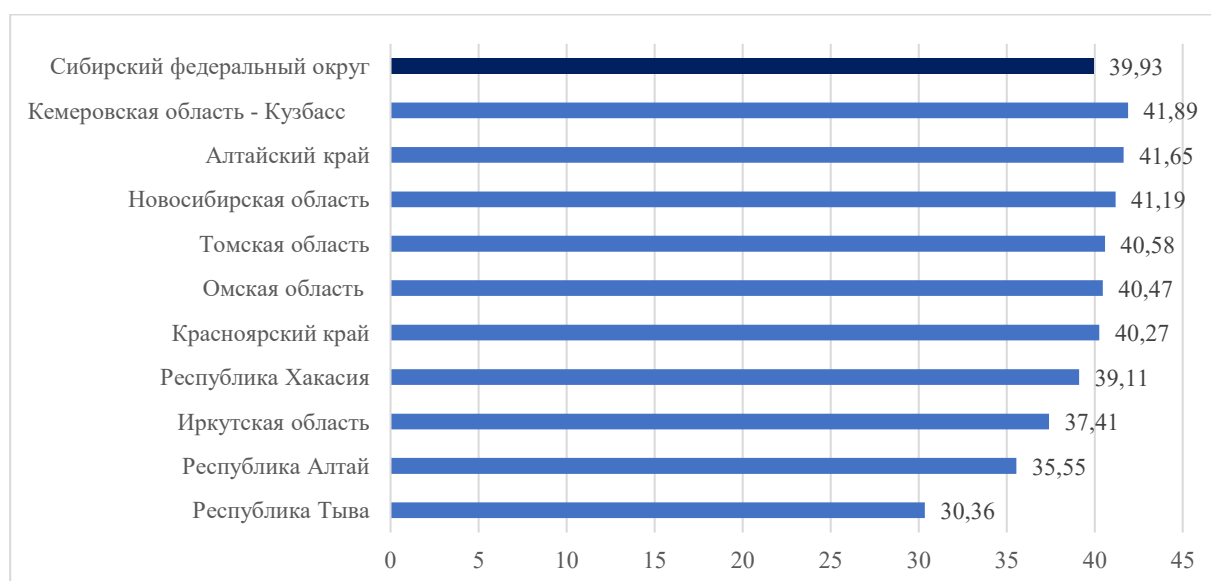
Рис. 2. Число родившихся на 1000 человек населения за год в Кемеровской области – Кузбассе в 1990–2022 гг. *, %

На графике можно увидеть, что после роста рождаемости в 1999–2008 годы наметилась тенденция к снижению рождаемости для всех групп населения. Показатель рождаемости, рассчитанный для сельского населения, превышал соответствующий показатель для городских жителей до 2015 года. В настоящее время рождаемость снижается как для городского, так и для сельского населения, причем в сельской местности ситуация складывается

более остро, что связано со старением сельского населения и оттоком молодежи с сельских территорий.

В целом можно отметить, что, несмотря на значительные усилия государства и региона по реализации национального проекта «Демография», демографическая ситуация в Кемеровской области – Кузбассе существенно ухудшилась, эпидемия COVID-19 и рост экономической нестабильности в последние годы способствовали росту естественной убыли населения.

На рисунке 3 показан средний возраст сельского населения по субъектам Сибирского федерального округа (СФО).

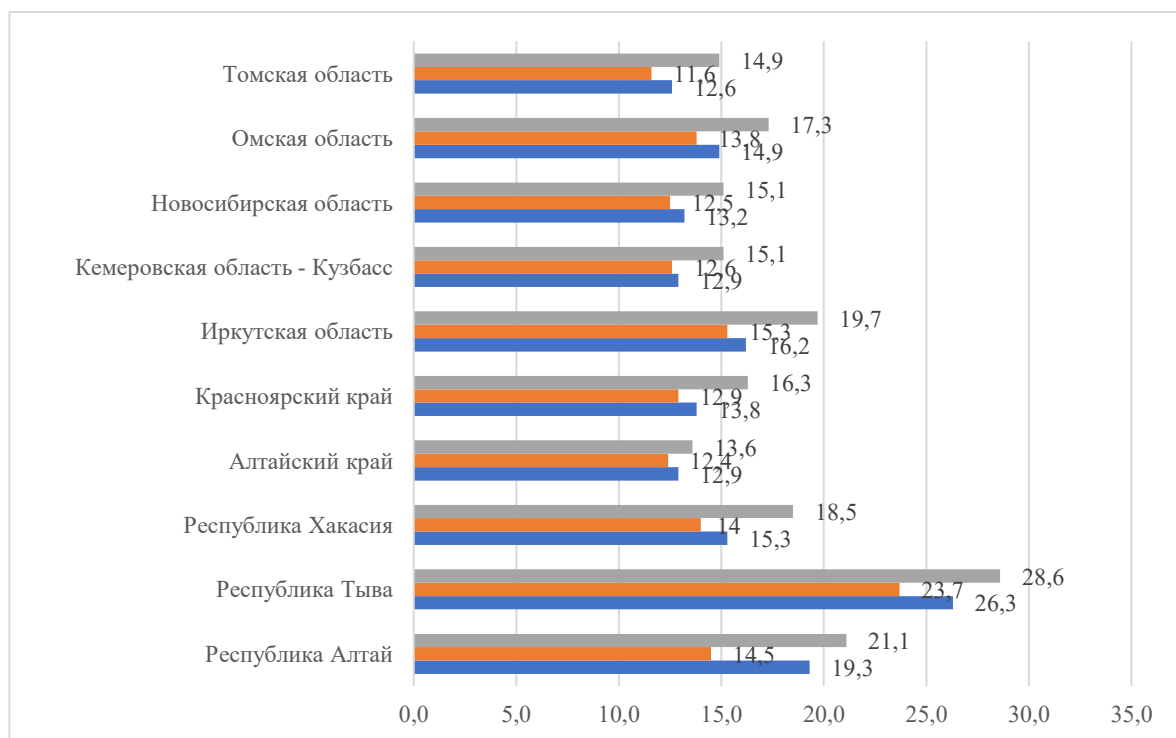


*Составлено автором по <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13284>

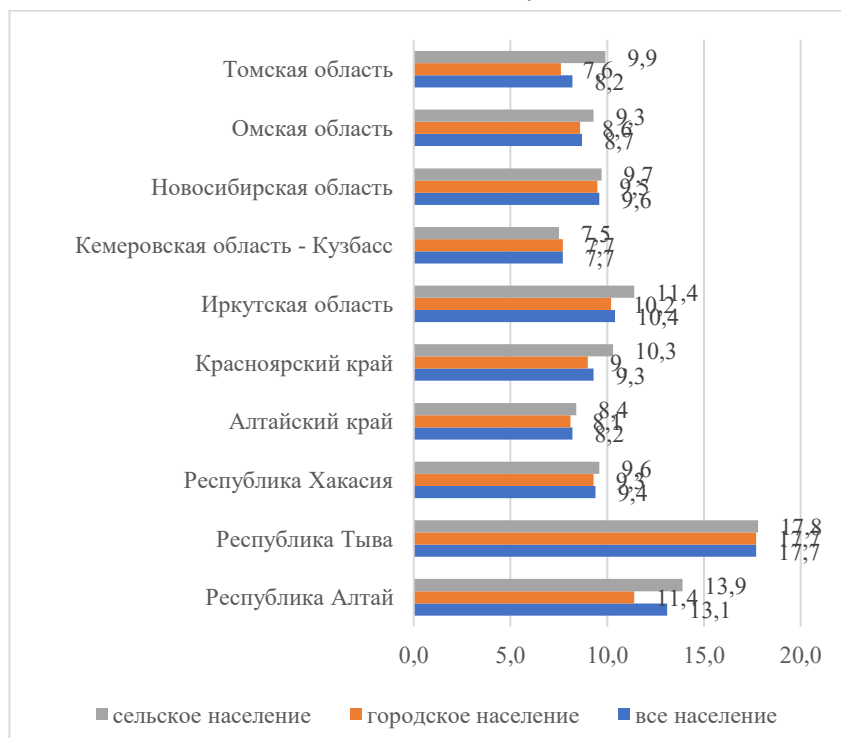
Рис. 3. Средний возраст сельского населения по субъектам СФО на 1 января 2024 г.*, год

Средний возраст сельского населения в Кемеровской области – Кузбассе является самым высоким среди регионов СФО, что негативно характеризует демографическую ситуацию в регионе. При этом следует отметить, что в настоящее время превышение показателя среднего возраста по СФО является не слишком значительным и составляет чуть более 2,5 года.

На рисунках 4а и 4б представлены данные по числу родившихся на 1000 человек по регионам СФО в 1990 и 2022 году соответственно. Интересен результат сравнения данных рисунков*.



4а) 1990 год



4б) 2022 год

*Составлено автором по данным <https://www.fedstat.ru/indicator/31269>

Рис. 4. Число родившихся на 1000 человек населения за 1990 (4а) и 2022 (4б) годы по субъектам СФО, ‰

В начале анализируемого периода показатель числа родившихся на 1000 человек в Кемеровской области – Кузбассе находился на среднем уровне относительно других регионов СФО. Рождаемость в сельской местности была ощутимо выше, чем в городской.

К концу исследуемого периода в Кузбассе сложилась наиболее неблагоприятная ситуация по уровню рождаемости (рис. 4б). Причем в отличие от абсолютного большинства регионов СФО, где рождаемость в сельской местности была выше, чем в городе, здесь сложилась обратная ситуация, что говорит о значительном демографическом риске в контексте развития человеческого капитала для сельского хозяйства с учетом и без того низкой доли сельского населения.

Механическое движение население Кемеровской области так же, как и естественное, характеризуется оттоком (табл. 2).

Таблица 2

Миграционный отток сельского населения в Кемеровской области – Кузбассе*, чел.

Годы	2019	2020	2021	2022	2023
Миграционный отток сельского населения	-428	-795	-714	-325	-521

*Составлено автором по данным <https://www.fedstat.ru/indicator/61749>,
<https://42.rosstat.gov.ru/folder/38669>

Как представлено в таблице 1, в 2020–2021 гг. наблюдался рост миграционного оттока сельского населения в Кемеровской области – Кузбассе, в 2022 году механическое движение сельского населения замедлилось, вновь увеличившись в 2023 г.

Таким образом, показатели движения сельского населения в Кемеровской области указывают, что для региона характерно сокращение численности сельского населения как за счет естественной убыли, так и за счет миграционного оттока, одной из причин которого можно назвать отраслевую специфику региона.

К кадровому составу сельскохозяйственных предприятий промышленных регионов предъявляются чрезвычайно высокие требования в силу того, что обеспечить конкурентоспособность аграрных предприятий промышленных регионов можно только при условии максимально эффективного управления с использованием современных техники и

технологии. С учетом этого можно говорить о существовании демографических рисков развития сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса. К основным из них можно отнести: снижение численности сельского населения, старение сельского населения, опережающие темпы естественной убыли сельского населения.

По мнению автора, для снижения описанных рисков важно на региональном уровне обеспечить инфраструктурное и социальное развитие сельских территорий, а также разработать механизмы по привлечению инвестиций в региональное сельское хозяйство.

Следует согласиться с С. А. Шелковниковым, Э. М. Лубковой, Г. С. Ермолаевой, которые утверждают, что точкой роста АПК промышленных регионов являются инвестиции, позволяющие осуществлять модернизацию и техническое перевооружение в сельском хозяйстве [6]. Важно понимать, что развитие высокотехнологических производств и повышение доходов сельхозтоваропроизводителей должны способствовать как росту требований к компетенциям работников сельского хозяйства, так и улучшению их условий труда и уровня жизни, что позволит переломить сложившуюся неблагоприятную ситуацию.

Как правило, несмотря на наличие государственных программ, направленных на развитие сельских территорий, как отмечают В. М. Шарапова и Ю. В. Шарапов, для решения наиболее злободневных вопросов развития села выделенных средств не хватает [5]. Поэтому важно сформировать экономический механизм развития сельского хозяйства, направленный на снижение демографических рисков, с участием аграрных и промышленных предприятий региона.

В настоящее время меры государственной поддержки аграрной сферы в Кемеровской области – Кузбассе достаточно ограничены. Для снижения демографических рисков относительно численности и структуры сельского населения государственная поддержка должна быть адресной. Перспективными представляются меры, направленные на закрепление молодых специалистов в сельской местности. В качестве таких мер могут выступать развитие и популяризация программ сельской ипотеки, расширение программ целевого обучения по аграрным специальностям, инвестиции в социальную инфраструктуру сельских населенных пунктов, особенно в учреждения дошкольного, среднего образования и здравоохранения, меры поддержки, направленные на закрепление молодых

специалистов в сельской местности, а также расширение программ, нацеленных на стимулирование предпринимательства в сельском хозяйстве, таких как «Агростартап» и «Семейная ферма».

Список источников

1. Бондарев, Н. С., Бондарева, Г. С., Харитонов, А. В. Оценка экологической обстановки в сельских территориях Кемеровской области – Кузбасса // Вестник Вятского ГАТУ. 2021. № 4 (10). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47430744> (дата обращения: 10.12.2024).
2. Лубкова, Э. М., Зубова, А. В. Направления совершенствования государственного регулирования агропромышленного комплекса // Экономика и управление инновациями. 2024. № 2 (29). С. 47–55.
3. Матвеева, Е. В. Профессиональная идентичность молодёжи как новая парадигма развития сельских территорий (на примере аграрного вуза Кузбасса) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 3. С. 196–204.
4. Харитонов, А. В. Специфические особенности развития сельских территорий промышленно развитого региона // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2019. № 2 (58). С. 3.
5. Шарапова, Н. В., Шарапов, Ю. В. Влияние развития сельских территорий на уровень жизни населения // Фундаментальные исследования. 2024. № 7. С. 101–107.
6. Шелковников, С. А., Лубкова, Э. М., Ермолаева, Г. С. Инвестиции в АПК промышленного региона: особенности и факторы // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 1. С. 41–44.
7. Шелковников, С. А., Лубкова, Э. М., Шилова, А. Э. Особенности развития сельского хозяйства промышленных регионов Сибирского федерального округа // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 10. С. 20–26.
8. Оценка влияния трудовых ресурсов на развитие сельских территорий Кемеровской области / Т. А. Юрзина, Н. Н. Егорова, Н. А. Заруба, П. Д. Косинский // Экономика и управление инновациями. 2018. № 3. С. 9–17.

УДК 632.937

ЕДН ZCRHQQ

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1- 26-37



РЕПЕЛЛЕНТНЫЙ ЭФФЕКТ РАСТЕНИЙ В СМЕШАННЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВАХ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЯРОВОГО РАПСА ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Данилов Виктор Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник¹

Макарова Мария Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии¹

Иргалина Рагида Шакирьяновна, кандидат биологических наук, научный сотрудник¹

Пазин Максим Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии¹

Сорокин Леонтий Леонтьевич, аспирант кафедры агрономии и агроэкологии¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Актуальность темы защиты сельскохозяйственных культур от насекомых-вредителей посредством растений репеллентов обусловлена высокой потерей урожайности и снижением качества урожая в рамках биологизации земледелия.

Цель работы – исследовать эффективность растений репеллентов как одно из средств защиты рапса в биологизированном земледелии Кузбасса. Исследования проводились в 2024 г. на сельскохозяйственных угодьях ООО «Азот-Агро». Пашня находится в Кемеровском муниципальном округе, пос. Звёздный. В качестве объектов наблюдения были выбраны яровой рапс (сорт СибНИИК 32), анис, укроп, полынь. Полевой опыт разработан и заложен по методике Б. А. Доспехова. Схема опыта включала: рапс (контроль); рапс + анис; рапс + укроп; рапс + полынь. В вариантах 2, 3, 4 рапс высевался в смеси с растениями-репеллентами; в вариантах 5, 6, 7 растения высевались между рядами рапса (вторым следом). Соответственно, варианты 1 и 8 – это контроль при каждом способе посева.

В результате исследования авторским коллективом установлено, что в конце вегетации ярового рапса, т.е. к моменту образования стручков,

заселенность вредителями (рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, капустная моль и крестоцветной блошки) заметно снизилась и биологическая эффективность (БЭ) в среднем по вариантам (смешанный посев) составила 30,5; 45,0 и 54,5 %, а по бинарному посеву – 58,9; 61,9 и 69,8 % соответственно.

Таким образом, изменение в динамике заселенности насекомых-вредителей можно объяснить тем, что к периоду образования стручков эфиромасличные растения достигли пика своего развития, нарастили биомассу и показали максимальную концентрацию эфирных масел, за счет чего был получен репеллентный эффект, влияющий на численность насекомых-вредителей.

Ключевые слова: яровой рапс, анис, укроп, полынь, биологическая эффективность защиты, вредители рапса, репеллентные свойства, защита растений.

METHOD OF BIOLOGICAL PROTECTION OF SPRING RAPE FROM INSECT PESTS USING THE REPELLENT EFFECT OF PLANTS IN MIXED AND BINARY CROPS

Danilov Viktor P.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Research fellow

Makarova Maria S.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agroecology

Irgalina Ragida S.¹, Candidate of Biological Sciences, Research fellow

Pazin Maksim A.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agroecology

Sorokin Leonty L.¹, Postgraduate student of the Department of Agronomy and Agroecology

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. The aim of the study was to investigate the effectiveness of repellent plants as a means of protecting rape in biologized agriculture in the conditions of Kuzbass. Research methods: the studies were conducted in 2024 on the agricultural lands of Azot-Agro LLC. The arable land is located in the Kemerovo municipal district, near the settlement of Zvezdny. Spring rape (variety SibNIK 32), anise, dill, and wormwood were used as objects of research. The field experiment was developed and laid out according to the methodology of B.A. Dospekhov. The

experimental design included: rape (control); rape + anise; rape + dill; rape + wormwood. In options 2, 3, 4, rape was sown in a mixture with repellent plants, in options 5, 6, 7, the plants were sown between the rows of rape (in the second row). Accordingly, options 1 and 8 are controls for each sowing method. Research results: it was found that at the end of the spring rape vegetation, i.e. by the time of pod formation, the pest infestation such as rape blossom beetle, rape sawfly, cabbage moth and cruciferous flea beetle for all four main insect pests significantly decreased and the BE on average for the options (mixed sowing) were 30.5, 45.0 and 54.5%, and for binary sowing 58.9, 61.9 and 69.8%, respectively. Conclusion: the change in the dynamics of insect pests can be explained by the fact that by the period of pod formation, essential oil plants reached the peak of their development, increased their biomass and the maximum concentration of essential oils was present in the air, which could not help but scare away insect pests.

Keywords: spring rape, anise, dill, wormwood, biological efficiency, rape pests, repellent properties, plant protection.

Введение

Рапс *Brassica napus* относится к растениям семейства Крестоцветных *Brassicaceae*. Его успешно выращивают для получения зеленого корма, приготовления силоса, сенажа и травяной муки. В условиях Сибирского федерального округа урожайность зеленой массы ярового рапса может достигать 500–700 ц/га. По своей питательности она превосходит распространенные бобово-злаковые травосмеси. Кроме того, рапс обладает достаточно хорошей адаптационной способностью, интенсивно отрастает после скашивания или стравливания животными, что позволяет использовать его для выпаса скота [3–5; 7].

Яровой рапс является ценной масличной, кормовой и технической культурой. В его семенах в пересчете на абсолютное сухое вещество содержится 45–48 % жира, 21–23 % белка, 6–7 % клетчатки и до 24–26 % безазотистых экстрактивных соединений [3–5; 7]. Однако при возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе рапса, существуют риски недополучения урожая. К таким факторам относят природно-климатические условия и ущерб от вредителей [8–11].

Несмотря на возросшую в последние десятилетия интенсивность применения химических средств защиты растений (масличный рапс),

основные биотические стрессы в целом усиливаются за счет повышения концентрации химических элементов синтетической природы в организме растения, что указывает на то, что текущая стратегия защиты не является устойчивой. Сельскохозяйственная практика показывает, что в настоящее время основную угрозу для масличного рапса во всех регионах России представляют насекомые-вредители [1; 2; 5; 12].

Смешанные посадки культур могут являться устойчивыми к вредителям и, соответственно, перспективным средством борьбы с ними. В биоценозе, т.е. дикой природе, на одной площади произрастают различные виды растений, в том числе те, которые привлекают некоторое количество насекомых-санитаров (хищников). Из-за этого смешанные посадки обладают более высокой сопротивляемостью вредителям. Особенно хорошо зарекомендовали себя пряные или эфиромасличные растения. Однако проведенные исследования подтверждают большую эффективность бинарных посевов при защите растений [1–12].

Цель данной статьи – исследовать эффективность растений-репеллентов как одно из средств защиты рапса в биологизированном земледелии Кузбасса при разных способах посевов.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2024 г. на сельскохозяйственных угодьях ООО «Азот-Агро». Пашня находится в Кемеровском муниципальном округе, пос. Звёздный. Полевой опыт разработан и заложен по методике Б.А. Доспехова [6].

Площадь учетных делянок – 30 м². Схема опыта включала: рапс (контроль); рапс + анис; рапс + укроп; рапс + полынь. В вариантах 2, 3, 4 рапс высевался в смеси с растениями-репеллентами; в вариантах 5, 6, 7 растения высевались между рядами рапса (вторым следом). Соответственно, варианты 1 и 8 – это контроль при каждом способе посева. Способ посева – рядовой, с шириной междурядья 15 см. Между вариантами размещали пространственную изоляцию посредством посева пшеницы (рис. 1). Глубина посева – 2–3 см. Предшественник ярового рапса – яровая пшеница. Посев проводился 30 мая. Норма посева ярового рапса – 10 кг/га, что составило 1 млн шт. всхожих семян на 1 га.

В качестве объектов наблюдения были использованы яровой рапс (сорт СибНИИК 32), анис, укроп, полынь.

6		7		8		1		2		3		4		5
7		8		1		2		3		4		5		6
8		1		2		3		4		5		6		7
1 – контроль	пшеница	2 – рапс + анис	пшеница	3 – рапс + укроп	пшеница	4 – рапс +	пшеница	5 – рапс + анис	пшеница	6 – рапс + укроп	пшеница	7 – рапс +	пшеница	8 – контроль

Рис. 1. Схема опыта

Сорт рапса выведен в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий РАН методом отдаленной гибридизации (*V. napus* Л. № 615 x *V. campestris* № 293) с последующим многократным индивидуальным отбором при строгом инбридинге. Год включения в Реестр – 2022 г.

Анис – сорт Алексеевский 1231, включен в Госреестр Российской Федерации. Высота растения – 58,3 см. Куст полусомкнутый. Масса 1000 семян – 3,29 г. Урожайность семян – 9,9 ц/га. Содержание эфирного масла – 5,67%. Валовой сбор эфирного масла – 51,6 кг/га. Vegetационный период – 99–102 дня. Устойчив к полеганию, осыпанию. Пригоден к механизированной уборке. Рекомендуется для производства эфирного масла.

Укроп – сорт Лесногородский, высокорослое растение, высота достигает 130 см. Толщина стебля большая – около 1,5 см. Сбор урожая проводят с момента появления всходов и до первых заморозков. Сорт среднеспелый: первый урожай снимают на 30-й день после посадки семян. Во всех частях растения содержится эфирное масло, придающее им специфический запах, и флавоноиды. Особенно много эфирного масла в плодах укропа (2,5–8 %). Эфирное масло – жидкость светло-жёлтого цвета с приятным, очень нежным запахом, напоминающим запах тмина. Основным компонентом масла из плодов является D-карвон (30-50 %); кроме того, в масле имеются D-лимонен, α-фелландрен, α-пинен, дипентен, дигидрокарвон. Главной составной частью

эфирного масла из растительного сырья является D-α-фелландрен, содержание карвона достигает всего лишь 15–16 %. Кроме того, в масле имеются лимонен, диллапиол, миристицин, α-пинен, камфен, n-октиловый спирт.

Полынь однолетняя, или Артемизия однолетняя, Сладкая полынь, Сладкая анни (*Artemisia annua*) – стебли высотой 30–100 см, прямостоячие, с приятным запахом. Плоды созревают в августе – сентябре. Химический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав полыни однолетней

Летучие компоненты		Нелетучие компоненты
Основные	Второстепенные	Сесквитерпеноиды
L-камфора	Артемизиа кетон	Флавоноиды и кумарины
β-камфен	1,8-цинеол	Ферменты (β-галактозидаза, β-глюкозидаза)
β-кариофиллен	Камфен	Стероиды (β-ситостерин, стигмастерол)
β-пинен	Терпинеол	

Почва выбранного участка – чернозём выщелоченный, маломощный, среднегумусовый, тяжелосуглинистый, содержание гумуса – 9,7%, подвижного фосфора – 63 мг, калия – 153 мг/кг почвы, pH – 6,5.

Учет численности вредителей проводили с помощью жёлтых двухсторонних клеевых ловушек размером 0,1x0,25 м, установленных на каждом варианте. Первая установка проходила 24 июня. Биологическую эффективность от посева растений-репеллентов по дням учета рассчитывали по формуле (1):

$$БЭ = 100 - \frac{b}{a} \times 100, \quad (1)$$

где БЭ – биологическая эффективность (%), выраженная в соотношении снижения численности вредителя относительно контроля; b – численность вредителя в опыте в день учета; а – численность вредителя в контроле в день учета.

При посеве было внесено аммофоса из расчета 50 кг/га и КАС-32 в дозе 100 л/га.

Результаты

Одним из основных вредителей на яровом рапсе является рапсовый цветоед. Наибольший вред рапсовый цветоед наносит в фазе бутонизации. Благоприятной температурой для массового заселения посевов рапсовым цветоедом считается +13...+14 °С, а если она меньше +10 °С, то насекомые перестают питаться и начинают прятаться на поверхности почвы.

При обследовании ловушек 26 июля 2024 г. было установлено присутствие жуков рапсового цветоеда во всех вариантах, однако их численность отличалась в зависимости от условий опыта. В то время в смешанных посевах рапса с репеллентами численность жуков было сравнительно меньше, чем в бинарных посевах, и колебалась от 7 до 33 штук. Минимум насекомых наблюдался в варианте 7 (рапс + полынь) (табл. 2).

Таблица 2

Численность жуков рапсового цветоеда при разных вариантах посевов

Вариант	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	36	–	–	18	–	–
2	18	-18	50,0	8	-10	55,6
3	17	-19	52,8	7	-11	61,1
4	8	-28	77,8	5	-13	72,2
5	15	-18	54,5	7	-9	56,3
6	12	-21	63,6	6	-10	62,5
7	7	-26	78,8	5	-11	68,8
8	33	–	–	16	–	–

В период образования стручков численность жуков рапсового цветоеда на ловушках составила от 5 до 18 шт. В данном случае подтверждается эффективность варианта 4 (в смешанном посеве), где БЭ – 77,8 %, и варианта 7 (в бинарном посеве), БЭ – 78,8 %, где в качестве репеллента выступала полынь.

Типичный вредитель рапса, появляющийся сразу после посева – крестоцветная блошка. В зависимости от способа посева и определённого репеллента (варианты посевов) количество насекомых варьировалось

(табл. 3). В вариантах, где рапс высевался в смеси с репеллентами, заселённость крестоцветными блошками сравнительно выше, чем в вариантах с междювковым способом посева репеллентов. Анализ данных показал, что сравнительно эффективным способом при бинарном посеве оказался вариант 7 (рапс + полынь) с показателем биологической эффективности – 65,5 %. В смешанных посевах рапса с репеллентами эффективным вариантом размещения эфиромасличных растений относительно контроля оказался вариант 4 (смесь рапса и полыни), БЭ – 55,2 %.

Таблица 3

Численность жуков крестоцветных блошек при разных вариантах посевов

Варианты	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	145	–	-	294	–	–
2	81	-64	44,1	274	-20	6,8
3	67	-78	53,8	259	-35	11,9
4	65	-80	55,2	250	-44	15,0
5	33	-51	60,7	56	-6	9,7
6	30	-54	64,3	55	-7	11,3
7	29	-55	65,5	42	-20	32,3
8	84	–	–	62	–	–

При втором учёте насекомых-вредителей (период образования стручков) в зависимости от варианта численность крестоцветных блошек многократно возросла – от 62 до 294 шт. Это связано с резким потеплением температуры в августе. Средняя температура воздуха 1-й декады августа составила 13 °С, а в первой половине 2-й декады (с 11 по 15 августа) уже равнялась 19 °С. Установлено, что в вариантах посева смешанным способом рапса с репеллентами высоким отпугивающим эффектом отмечен вариант 4 (смесь рапса и полыни), БЭ – 15 %. На посевах рапса с репеллентами через ряд численность крестоцветных блошек в среднем составила 42–56 жуков. В этом

случае лучшие показатели отмечены в варианте 7 (рапс+укроп), который можно охарактеризовать как самый эффективный, БЭ – 32,3 %.

Лёт рапсового пилильщика начинается при температуре окружающей среды не менее 20 °С. Оптимальные условия для этого вредителя сложились уже в первой декаде июня со средней температурой воздуха 23 °С. Вред наносит личинка – ложногусеница. Как видно по данным таблицы 4, в период цветения смеси с рапсом можно выделить эффективные варианты. Здесь вариант 4 показал сравнительно лучший результат, в среднем было зафиксировано 22 экземпляра (или БЭ 66,2 %). В случае посева рапса с репеллентом через ряд заселённость рапсовым пилильщиком в среднем снижается на 16–18 насекомых, а БЭ возрастает до 69,6–78,3 %. В данном случае высокая степень биологической эффективности наблюдается в варианте 7 – 85,7 %.

Таблица 4

Численность рапсового пилильщика при разных вариантах посевов

Вариант	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	65	–	–	14	–	–
2	26	-39	60,0	8	-6	42,9
3	25	-40	61,5	6	-8	57,1
4	22	-43	66,2	5	-9	64,3
5	38	-18	32,1	7	-16	69,6
6	13	-43	76,8	6	-17	73,9
7	8	-48	85,7	5	-18	78,3
8	56	–	–	23	–	–

В период образования стручков рапса лёт рапсового пилильщика значительно сокращается. В смешанных посевах рапса лучший результат отмечен в варианте 4 (БЭ – 64,3 %). В бинарных способах посева рапса с репеллентами лучшим оказался вариант 7, где БЭ составила 78,3 %.

Капустная моль – типичный вредитель этномофауны крестоцветных культур. В целом заселённость данным вредителем можно охарактеризовать как сравнительно низкую (табл. 5). При учёте вредителей в июле 2024 г. на

ловушках наблюдалось сравнительно меньшее количество бабочек капустной моли, чем других насекомых. В смешанных посевах рапса с репеллентами количество бабочек капустной моли составляло 5–6 особей. Однако при бинарном способе посадки рапса с репеллентами количество бабочек сократилось до 2–4 особей. Лучшим вариантом среди всех оказался вариант 7, где БЭ составила 66,7 %.

Таблица 5

Численность учета капустной моли при разных вариантах посевов

Варианты	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1-й	7	–	–	6	–	–
2-й	6	-1	14,3	5	-1	16,7
3-й	6	-1	14,3	3	-3	50,0
4-й	5	-2	28,6	2	-4	66,7
5-й	4	-2	33,3	0	-4	100
6-й	3	-3	50	0	-4	100
7-й	2	-4	66,7	0	-4	100
8-й	6	–	–	4	–	–

Таким образом, следует отметить эффективность бинарного способа посева рапса с репеллентами, что отразилось на количестве насекомых в период образования стручков, соответственно, в вариантах 5, 6 и 7 бабочки капустной моли отсутствовали. Тенденция низкой заселённости капустной моли отмечена по прошествии трёх недель после первого учёта.

Заключение

В результате проведения полевых опытов установлено, что в конце вегетации ярового рапса, т.е. к моменту образования стручков, заселенность насекомыми-вредителями (рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, капустная моль и крестоцветная блошка) заметно снизилась и БЭ в среднем по вариантам (смешанный посев) составила 30,5; 45,0 и 54,5 %, а при бинарном посеве – 58,9; 61,9 и 69,8 % соответственно.

На наш взгляд, изменение динамики заселенности насекомыми-вредителями можно объяснить тем, что к периоду образования стручков эфиромасличные растения достигли пика своего развития и нарастили биомассу, что сказалось на присутствии в воздухе максимальной концентрации эфирных масел, отпугивающих насекомых-вредителей.

Список источников

1. Байбусенов, К.С. Экологизированные системы защиты рапса от основных насекомых-вредителей для снижения риска природному биоразнообразию // Сохранение биологического разнообразия и развитие сети особо охраняемых природных территорий : мат-лы междунаро. науч.-практич. конф. Костанай, 2024. С. 194–200.
2. Гольдин, Е.Б. Биологическая защита растений в свете проблем XII века // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10, № 2 (13). С. 99–107.
3. Гулидова, В.А. Рапс – высокомаржинальная культура России: моногр. Елец : ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2019. 310 с.
4. Данилов, В.П., Тарасова, З.Б. Основные элементы технологии возделывания ярового рапса селекции СИБНИИ кормов для условий лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 10 (202). С. 54–60.
5. Докукин, Ю.В., Сабитова, Л.Ш. Использование эфиромасличных растений в целях защиты рапса ярового от вредителей и повышения его продуктивности // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 27–30.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). 6-е изд., стереотип. Москва : Альянс, 2011. 351 с.
7. Поддубная, Е.Н. Поддубный, Т.Н. Вредители ярового рапса в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2014. № 5. С. 34–36.
8. Степанова, Д.И., Григорьев, М.Ф., Григорьева, А.И. Биотехнологические основы повышения урожайности и качества овощных культур в условиях защищенного грунта Якутии: моногр. Якутск : Изд. дом СВФУ, 2022. 92 с.
9. Степанова, Д.И., Эверстова, У.К., Григорьев, М.Ф. Мелиоративное земледелие. Новосибирск: Изд. АНС «СИБАК», 2018. 124 с.

10. Степанова, Д.И., Григорьев, М.Ф., Григорьева, А.И. Системы использования биоудобрений из возобновляемых ресурсов в растениеводстве Якутии: моногр. Москва : Русайнс, 2019. 82 с. (ISBN 978-5-4365-4360-4)
11. Степанова, Д.И., Эверстова, У.К., Григорьев, М.Ф., Григорьева, А.И. Агротехнологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Саха (Якутия) // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620632, 01.04.2020. Заявка № 2020620475 от 23.03.2020.
12. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.

УДК 631.86

ЕДН ZFXRJD

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-38-49



ДЕЙСТВИЕ БАКТЕРИИ *ARTHROBACTER MYSORENS* В СОСТАВЕ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «МИЗОРИН»
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Соболева Ольга Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и вирусологии^{1,2}

Харченко Елена Николаевна, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Агроэкология»¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

²Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Элементы биологизации земледелия активно используются в агротехнике возделывания отдельных сельскохозяйственных культур. Представляется актуальным расширение перечня растений, при выращивании которых следует использовать микробиологические удобрения. Это особенно важно в связи с тем, что список культур, под которые рекомендуется вносить биологические препараты, обычно ограничен, в том числе и самими производителями таких препаратов. В связи с вышесказанным поставлена цель – проанализировать эффективность действия и влияние микробиологического удобрения «Мизорин» (на основе штамма бактерии *Arthrobacter mysorens*) на урожайность различных сельскохозяйственных культур.

Анализ научной литературы показал, что под действием «Мизорина» повышается продуктивность у зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур, кормовых трав и их смесей, а также картофеля; увеличивается качество и улучшается биохимический состав получаемой продукции и кормов.

Ключевые слова: Мизорин, *Arthrobacter mysorens*, микробиологическое удобрение, повышение урожайности, биологизация земледелия.

THE EFFECT OF THE BACTERIUM *ARTHROBACTER MYSORENS* IN THE COMPOSITION OF THE MICROBIOLOGICAL FERTILIZER MIZORIN ON THE YIELD AND QUALITY OF CROPS

Soboleva Olga M., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Virology²

Kharchenko Elena N., Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the laboratory «Agroecology»¹

¹Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

²Kemerovsky State Medical University, Kemerovo, Russia

Annotation. The elements of biologization of agriculture are actively used in the agrotechnics of cultivation of individual crops. It seems relevant to expand the range of plants in the cultivation of which microbiological fertilizers can be used. This is especially important due to the fact that the list of crops for which biological preparations are recommended is usually limited, including by the manufacturers of such drugs themselves. In connection with the above, the goal is to analyze the effectiveness of the microbiological fertilizer Mizorin (based on the strain of the bacterium *Arthrobacter mysorens*) on the yield of various crops. The analysis of scientific literature has shown that under the action of Mizorin, productivity increases in cereals, legumes, oilseeds and industrial crops, forage grasses and their mixtures, as well as potatoes; the quality increases and the biochemical composition of the products and feeds improves.

Keywords: Mizorin, *Arthrobacter mysorens*, microbiological fertilizer, yield increase, quality increase, biologization of agriculture.

Введение

Современные реалии диктуют сельхозтоваропроизводителям необходимость использования экологически чистых методов и средств при выращивании сельскохозяйственной продукции – это могут быть как электрофизические методы [1], так и биологические препараты. Это становится особенно важным в разрезе наших знаний о процессах деградации сельскохозяйственных угодий, усиливающихся при нерациональном и избыточном использовании минеральных удобрений и уменьшении доли природоподобных технологий [2] при агротехнике отдельных культур.

Одним из путей решения этих проблем может стать активное использование почвенной микробиоты – как естественной, аборигенной, так и вносимой специально – в виде микробиологических удобрений. С растениями в ризосферной области связано множество бактерий, обладающих широким спектром признаков, влияющих на рост и развитие растений. Как правило, между растениями и ассоциированными с ними микробами существует сложная комплексная симбиотическая связь. Знание механизмов, участвующих в улучшении роста растений с помощью ризосферных бактерий, безусловно, было бы полезно при использовании этих природных инструментов для улучшения роста растений [3]. В настоящее время промышленностью выпускается широкий ассортимент микробиологических удобрений на основе высокопродуктивных штаммов бактерий [4–5], в том числе и для овощных культур [6]. Одним из них является «Мизорин», получаемый на основе живой биомассы бактерий вида *Arthrobacter mysorens*.

В связи с вышесказанным поставлена цель – изучить в рамках теоретического осмысления влияние микробиологического удобрения «Мизорин» на урожайность сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы

Для достижения цели была изучена и проанализирована научная литература (статьи и монографии) с последующим обобщением полученной информации. В качестве источников были использованы следующие интернет-ресурсы: Елайбрари, статьи из зарубежных журналов.

Результаты

Рассмотрим встречающиеся в научной литературе упоминания от эффекта использования «Мизорина» отдельно и в сочетании с другими микробиологическими препаратами (табл.). Данный биопрепарат был использован при возделывании широкого спектра как видов растений, так и сортов; исследования проводились в разных климатических и географических условиях, в разные годы и с использованием разных агроприемов, а также сроков и способов внесения препарата. Зерновые, зернобобовые, кормовые, технические, масличные культуры и картофель – все они одинаково отзывчивы на включение микробиологического удобрения «Мизорин» в технологическую карту возделывания.

Таблица

Обобщенные сведения о влиянии препарата Мизорин
на сельскохозяйственные культуры

Культура и сорт	Нормы внесения, особенности обработки	Эффект	Ссылка
Зернобобовые культуры			
Чечевица, сорт Донская краснотерная	Нормы не указаны. Обработка	Прибавка урожайности к контролю составила 22,1%	[7]
Соя, сорт Золотистая	семян перед посевом	Один из лучших результатов получен при сочетании <i>Ризоторфин + Мизорин + Микориза</i> и составил 1,61 т/га	[8]
Зерновые			
Пшеница яровая, сорт Тризо и сорт Ликамеро	Норма 1,2 л/т. Обработка семян перед посевом	Использование «Мизорина» увеличивает урожайность яровой пшеницы на 6,5 ц/га, а содержание сырой клейковины – на 1,9 %	[9]
Пшеница яровая, сорт Ленинградская 6	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Зарегистрировано увеличение общего азота в зерне.	[10]
Ячмень яровой, сорт Ратник и сорт Владимир	600 г на гектарную норму расхода семян. Обработка семян перед посевом	Наиболее высокая урожайность была получена при предпосевной обработке «Мизорином» и листовой обработке «Байкалом ЭМ-1» и для сорта Ратник увеличилась на 0,28 т/га, у сорта Владимир – на 0,66 т/га относительно контроля	[11]
Ячмень яровой, сорт Суздавец	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Зафиксировано повышенное накопление фосфора в зерне, а азота, фосфора и калия – в вегетативной массе	[12]

Кормовые			
Люцерна, сорт Айслу	2 л/га + 300 л/га воды. Листовая подкормка	При сочетании корневой минеральной подкормки с листовой подкормкой «Мизорином», прибавка зеленой массы возрастала до 64,4 и 92% соответственно.	[13]
Люцерна, сорт Якутская жёлтая	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Отмечается повышение урожайности зеленой массы, а также количество клубеньков на корнях растений и массы корневой системы.	[14]
Раздельно и в смеси: Клевер луговой, сорт ВИК-7 Тимофеевка луговая, сорт Ярославская 11	500 г на гектарную норму расхода семян. Обработка семян перед посевом	Максимальное увеличение выхода абсолютно сухого вещества тимopheевки и смеси трав (клевер + тимopheевка) зафиксировано при сочетании препаратов <i>Ризоагрин + Мизорин</i>	[15]
Козлятник восточный, сорт Гале	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Использование смеси препаратов «Ризоторфин» и «Мизорин» показало лучшее фунгицидное действие	[16]
Технические			
Горчица белая, сорт Рапсодия (к-4278)	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	Наибольшие значения таких элементов структуры урожайности горчицы, как «количество стручков на растении» и «количество семян на растении», а также «масса семян на растении», были получены при использовании «Мизорина» и нормальном увлажнении	[17]
Горчица белая, сорт Рапсодия Редька масличная, сорт Радуга	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	При внесении «Мизорина» повышается урожайность	[18]

Продолжение таблицы

Масличные			
Подсолнечник, гибрид Туника F1	Нормы не указаны. Обработка семян перед посевом	При использовании препаратов «Мизорин» и «Флавобактрин» увеличивалась урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 0,17–0,24 т/га, или на 9,6–13,5%. Совместное применение минеральных удобрений под предпосевную культивацию и обработку биологическими препаратами «Мизорин» и «Флавобактрин» было наиболее эффективно: увеличилась урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 0,56 и 0,83 т/га, или 31,5 и 46,6% соответственно	[19]
Подсолнечник, гибрид ЛГ 5485 F1	Нормы не указаны. Внесение при посеве	Припосевное внесение препаратов «Мизорин 7» и «Мизорин 204» повышает продуктивность на 12,0%. Допосевное применение минеральных удобрений при дозе N ₃₀ P ₄₀ с дополнительным припосевным внесением биопрепарата «Мизорин 204» обеспечивает повышение продуктивности на 19,3%	[20]
Картофель			
Сорт Хозяюшка	Нормы не указаны. Обработка клубней перед посадкой	Использование «Мизорина» положительно повлияло на продуктивность и товарность урожая. Использование биопрепаратов «Флавобактерин», «Мизорин» штамма 17-1 снижает количество поражённых грибными заболеваниями клубней, приводит к увеличению коэффициента размножения и выхода клубней семенной фракции до 6,4–6,8 шт./куст	[21]

Картофель			
Сорт Романо	1,2 кг на гектарную норму посадки клубней. Обработка клубней перед посадкой	Внедрение в технологию возделывания «Мизорина» увеличивает урожайность картофеля на 2,72 т/га	[22]
Не указан сорт	Расход 1 л/га. Обработка в период вегетации	Наибольшая прибавка урожайности в 1,3 т/га была отмечена у варианта с совместной обработкой (<i>Флавобактерин</i> + <i>Мизорин</i>). На качественные показатели клубней существенного влияния не обнаружено. Предпосадочная обработка клубней и обработка в период вегетации повышают устойчивость к болезням во время хранения на 5–20%	[23]
Сорт Алёна	Данные не указаны	Прибавка урожайности составила 3,1–6,0 т/га при снижении пораженности клубней ризоктониозом на 23–60%, паршой обыкновенной – на 45–76%. Эффективность биопрепаратов варьировала в зависимости от сорта культуры (генотипа), биопрепарата, активности азотфиксирующих микроорганизмов и внешних условий. Наибольший эффект был получен от использования «Мизорина» и др. Товарность клубней под влиянием биоудобрений увеличилась на 1,5–6,5%	[24]

Хотелось бы остановиться на механизмах эффективности «Мизорина». Для этого необходимо подробнее рассмотреть как прямое, так и опосредованное влияние бактерии *Arthrobacter mysoarens* на растение.

Известно, что выработка индолилуксусной кислоты (ИУК) почвенными бактериями является одним из основных механизмов, участвующих в усилении роста растений. ИУК, или ауксин – это основной гормон, который прямо или косвенно контролирует различные метаболические процессы в растениях. Оптимизация синтеза ауксинов бактериями помогает улучшить рост растений в лабораторных и полевых исследованиях. Выделение ризобактерий, стимулирующих рост растений, является ключевым моментом. В этом отношении перспективным для фермеров является использование бактерий, выделенных из местной окружающей среды, поскольку аборигенные изоляты могут стать экономически эффективной альтернативой промышленно выпускаемым препаратам из других регионов. В числе прочих выделенных изолятов бактерий отмечают вид *Arthrobacter mysorens*, проявляющий повышенную способность к синтезу ауксина [25].

Кроме способности к синтезу гормонов, есть указания на высокую биохимическую активность рассматриваемого вида бактерии, что выражается в повышенной ферментативной способности. В работе [26] были изучены ферменты, относящиеся к классам оксидоредуктазы (каталаза, пероксидаза и полифенолоксидаза) и гидролазы (уреаза, фосфатаза и инвертаза). Ферментативную активность ризосферы ячменя оценивали на фоне внесения минеральных удобрений в сочетании с микробиологическими препаратами и без них. В ходе эксперимента было отмечено, что активность изучаемых ферментов зависела от фазы развития растения и вида микробиологического препарата. Наиболее значительное повышение элементов продуктивности колоса было обнаружено при совместном применении минеральных удобрений и микробиологических препаратов. Но даже без минерального фона прививка микробиологическими препаратами дает существенную прибавку по сравнению с контрольным вариантом.

Другими авторами показано, что штамм бактерии *A. mysorens* 7 увеличивает общее содержание фосфора в тканях растений [27]. Ученые изучали совместное внесение нескольких штаммов бактерий.

Максимальный положительный эффект совместной инокуляции на развитие растений наблюдается при дефиците общего азота в почве. Учеными сделан вывод, что инокуляция бактериальными смесями обеспечивает более сбалансированное, гармонизированное питание растений, а улучшение усвоения азота и фосфора корнями является основным механизмом взаимодействия между растениями и бактериями. Внесенные бактерии

смогли активно заселить корневую систему ячменя. При этом не было выявлено межвидовой конкуренции или антагонизма между компонентами бактериальных смесей в ризоплане. Штаммы *A. mysorens* 7 и *Agrobacterium radiobacter* 10 улучшали жизнеспособность *Azospirillum lipoferum* 137, когда растения выращивали в кислой почве [27]. Ассоциативные бактерии, в том числе и *A. mysorens*, способны частично снижать токсичность тяжелого металла кадмия для растений ячменя за счет улучшения усвоения питательных элементов [28]. Таким образом, учеными отмечается комплексное воздействие на растения бактерии *A. mysorens* – гормоноподобное, ферментативное, симбиотическое, детоксикационное.

Заключение

Таким образом, проведенный анализ научных работ, исследующих действие «Мизорина», позволяет утверждать о его положительном эффекте на целый ряд возделываемых культур. Увеличивается урожайность зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур, кормовых трав и их смесей, а также картофеля, повышается качество и сохранность получаемой продукции. Однако необходимо дальнейшее изучение микробиологического удобрения «Мизорин» для дальнейшего расширения спектра культур, на которые он оказывает положительное воздействие в виде увеличения урожайности получаемой продукции.

Список источников

1. Параметры рационального воздействия монохроматическим излучением на посевные качества семян огурцов / И. В. Юдаев, Г. В. Степанчук, А. А. Юдин, П. В. Гуляев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 3(75). С. 385–396.
2. Долматова, Л. Г. Эффективность проведения мониторинга как инструмента выявления степени деградации ценных земель // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2024. Т. 17, № 2. С. 106–113.
3. Колесникова, В. Г., Меньшикова, Л. Н. Предпосевная обработка семян овса Яков биопрепаратами // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса: мат-лы Международ. науч.-практич. конф., посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. Том 1. Ижевск, 2023. С. 71–75.

4. Бортник, Т. Ю., Исупов, А. Н., Коробейникова, О. В. Влияние биологических препаратов на рост и развитие ячменя сорта Память Чепелева // Органика – здоровье нации России: сб. науч.-практич. мат-лов Международ. науч.-практич. конф. Казань, 2023. С. 44–50.
5. Сорокина, И. Ю., Петров, С. Н. Влияние биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы // АгроЭкоИнфо. 2024. № 1(61).
6. Бугрей, И. В. Эффективность биопрепаратов при выращивании томата открытого грунта // АгроЭкоИнфо. 2024. № 4(64).
7. Гриценко, Д. С. Испытание бактериальных препаратов на чечевице в условиях Цимлянского района Ростовской области // Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы и перспективы : мат-лы международ. науч.-практич. конф. ... 115-летию агрономического факультета Донского ГАУ. Персиановский, 2022. С. 19–22.
8. Курсакова, В. С., Ермошкин, А. А. Влияние минеральных и биологических удобрений на урожайность сои сорта Золотистая в условиях лесостепи Алтайского края // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : Мат-лы I Науч.-практич. конф. с международ. участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Г. П. Дудина. Киров, 2023. С. 103–107.
9. Ишков, И. В., Ишков, А. О. Влияние микробиологических препаратов на продуктивность сортов яровой пшеницы // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : Мат-лы Всерос. (национ.) научно-практич. конф. Курск, 2022. С. 123–128.
10. Хуаз, С. Х., Кондрат, С. В. Исследование влияния предпосевной комплексной и моноинокуляции биопрепаратами на высоту, продуктивность и содержание элементов питания в зерне яровой пшеницы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 2(63). С. 69–75.
11. Климова, И. И., Климов, С. В. Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 4(46). С. 21–24.
12. Хуаз, С. Х., Ефремова, М. А. Влияние предпосевной инокуляции биопрепаратами на продуктивность и накопление основных элементов питания ячменем двух сортов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 59. С. 33–38.

13. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата *Мизорин* на посевах люцерны сорта Айслу в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С.Р.Сулейманов, С.В. Сочнева, Н.Н. Хамидуллин, А.З. Каримов, Ф.Н. Сафиоллин // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 42–47.
14. Яковлева, М. Т. Биологические препараты на основе ассоциативных бактерий при возделывании люцерны в Центральной Якутии // Кормопроизводство. 2023. № 1. С. 12–15.
15. Козлова, М. Ю. Урожайность ячменя и многолетних трав в зависимости от применения биопрепаратов и удобрений // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3 (35). С. 41–45.
16. Сабанова А. А. Влияние биопрепаратов на болезнеустойчивость козлятника восточного // Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем: мат-лы Межрегион. науч. конф. «VIII Докучаевские молодежные чтения» / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – С. 195-199.
17. Лебедев, В. Н., Воробейков, Г. А., Ураев, Г. А. Роль ассоциативных ризобактерий в повышении сохранения продуктивности горчицы белой к почвенной засухе // Успехи современного естествознания. 2021. № 6. С. 29–34.
18. Лебедев, В. Н., Воробейков, Г. А., Ураев, Г. А. Оценка эффективности обработки семян капустных культур ассоциативными ризобактериями в условиях нормального увлажнения и почвенной засухи // Успехи современного естествознания. 2021. № 5. С. 13–18.
19. Сафронов, С. А., Каменев, Р. А., Каменева, В. К. Эффективность применения биопрепаратов на урожайность маслосемян подсолнечника в условиях Красносулинского района Ростовской области // Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации : Мат-лы Всерос. (национальной) науч.-практич. конф. Том I. Персиановский, 2022. С. 121–125.
20. Копылов, Б. А., Громаков, А. А., Турчин, В. В. Использование бактериальных препаратов при возделывании подсолнечника в условиях Ростовской области // АгроЭкоИнфо. 2020. № 2. С. 7.
21. Черемисин, А. И., Шулико, Н. Н., Золотарева, З. А. Формирование урожая, качество семенного картофеля и биологические свойства ризосферы при применении биопрепаратов // Плодородие. 2023. № 3(132). С. 67–70.

22. Москвичев, А.Ю., Балашов, А.В., Пятибратов, В.В. Применение Мизорина и Бишофита при возделывании картофеля на фоне разуплотнения почвы // Плодородие. 2009. № 6 (51). С. 29–30.
23. Николаева, Ф. В., Лукина, Ф. А. Использование биологических препаратов при возделывании картофеля в Якутии // Аграрная наука. 2020. № 7–8. С. 124–126.
24. Хамова, О. Ф., Черемисин, А. И., Дергачева, Н. В. Эффективность применения биопрепаратов комплексного действия при возделывании сортов картофеля в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2016. № 9. С. 33–38.
25. Ahmed, A., Hasnain, S. Extraction and evaluation of indole acetic acid from indigenous auxin-producing rhizosphere bacteria // JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences. 2020. Т. 30, № 4. S. 1024–1036.
26. Gamzaeva, R. Enzymatic activity of the rhizospheres of barley on the background of the application of microbiological preparations // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing. 2023. Т. 3011, №. 1.
27. Belimov, A. A., Kojemiakov, A. P., Chuvarliyeva, C. V. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria // Plant and soil. 1995. Т. 173. С. 29–37.
28. Belimov, A. A., Dietz, K. J. Effect of associative bacteria on element composition of barley seedlings grown in solution culture at toxic cadmium concentrations // Microbiological research. 2000. Т. 155, № 2. С. 113–121.

УДК 636.087.7

ЕДН СУКВГИ

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-50-60



ВЛИЯНИЕ ИММУНОМОДУЛЯТОРА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЕЛЯТ МОЛОЗИВНОГО И МОЛОЧНОГО ПЕРИОДА

Завьялов Андрей Александрович, аспирант¹

Лысенко Сергей Геннадьевич, аспирант¹

Зубова Татьяна Владимировна, доктор биологических наук, профессор¹
ORCID 0000-0002-8492-3130

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого,
г. Кемерово, Россия

Аннотация. Вместе с повышенными требованиями к продуктивности в животноводческой отрасли в настоящее время растет и актуальность изучения различных средств и методов, направленных на уменьшение потерь от заболеваний и недоразвития организма животных. На их основе формируются лечебные и профилактические мероприятия при разведении и выращивании крупного рогатого скота и других видов животных.

С экономической позиции предприятия сельскохозяйственного направления должны исходить от минимизации потерь продуктивности, обеспечивать наращивание показателей продуктивности, в т.ч. доступными и вновь освоенными способами, и заботиться об используемых животных. Здесь играет большую роль качественные корма, создание оптимальных условий содержания и кормления животных, а также своевременная профилактика заболеваний и лечение на ранней стадии.

При профилактике и лечении болезней в последнее время пользуются спросом препараты, стимулирующие выработку клеток иммунитета. К таким препаратам относятся иммуномодуляторы-иммуностимуляторы. Применяют иммуномодуляторы как отдельно от других лекарственных веществ, так и совместно с определенными по показаниям средствами. Известно, что телята с развитым иммунитетом меньше подвергаются заболеваниям и имеют меньшие сроки восстановления по сравнению с животными с ослабленным иммунитетом. В перспективе животные, в развитии которых не было

задержки роста в результате болезней, имеют большой потенциал для формирования высокопродуктивного молочного стада.

Ключевые слова: телята молочного периода, иммунитет, иммуномодуляторы, резистентность новорожденных телят, среднесуточный привес, период выздоровления, профилактика заболеваний.

THE EFFECT OF AN IMMUNOMODULATOR ON THE PRODUCTIVITY OF CALVES DURING COLOSTRUM AND LACTATION

Zavyalov Andrey A., Postgraduate student¹

Lysenko Sergey G., Postgraduate student¹

Zubova Tatyana V., Doctor of Biological Sciences, Professor¹

ORCID 0000-0002-8492-3130

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Annotation. Due to the increased demands for productivity in the livestock industry, various ways of using tools and methods that affect the reduction of losses from diseases and underdevelopment of the body are currently being studied. Thus, a modern approach to therapeutic and preventive measures is being formed in the breeding and rearing of cattle and other animal species. In the context of sanctions from many states, animal husbandry in Russia requires increased attention to providing food that is economically beneficial for agricultural enterprises. From an economic point of view, agricultural enterprises should take care of minimizing productivity losses and the safety of the animals used, as well as increasing productivity indicators, including in accessible and newly mastered ways. The creation of optimal conditions for keeping and feeding animals, as well as timely disease prevention and treatment at an early stage, plays an important role here. In the prevention and treatment of diseases, drugs that stimulate the production of immune cells have recently been in demand. Such drugs include immunomodulators – immunostimulants. Immunomodulators are used both separately from other medicinal substances and in combination with certain indications. It is known that calves with developed immunity are less susceptible to diseases and have shorter recovery times compared to animals with weakened immunity. In the long term, animals whose development has not been stunted as

a result of diseases have a greater potential for forming a highly productive dairy herd.

Keywords. Calves of the dairy period, immunity, immunomodulators, resistance of newborn calves, average daily weight gain, recovery period, disease prevention.

Введение

С целью повышения резистентности еще неокрепшего организма новорожденных телят целесообразно применять препараты, стимулирующие выработку клеток иммунитета [4]. В качестве такого препарата применяют иммуномодулятор-иммуностимулятор «Виталанг – 2», ранее применяемый на непродуктивных животных и малоизученный относительно применения к сельскохозяйственным животным.

На предприятии ООО «СХК Сидоровское» Новокузнецкого муниципального района Кемеровской области – Кузбасса с октября по декабрь 2024 года проведены экспериментальные исследования применения препарата «Виталанг – 2» для оценки изменений физиологических параметров животных. Главным физиологическим показателем, характеризующим продуктивность телят молочного периода, является вес (среднесуточный привес или весовой рост). В зависимости от состояния здоровья процессы обмена веществ в организме отвечают за усвоение питательных веществ в ускоренном либо замедленном действии. При отсутствии аппетита у животных с явными признаками заболевания, особенно при болезнях желудочно-кишечного тракта, вместо привеса может наблюдаться и потеря веса. При возникновении диспепсии у телят молочного периода, у которых аппетит присутствует в начальной стадии болезни, пища в желудочно-кишечный тракт поступает, но диарея вызывает обезвоживание и резкий выброс поступивших питательных веществ, которые в результате не усваиваются. Это также ведет к потере весового роста.

Будучи в утробе матери, у плода развиваются системы и органы, окончательно сформировавшиеся к моменту рождения. Также получает развитие первичная система иммунитета для защиты новорожденного от вредных факторов внешней среды, с которыми приходится сталкиваться телятам [6]. Так как при рождении эффективность иммунного ответа организма телят молочного периода к условиям внешней среды зависит от процессов формирования иммунитета как во внутриутробный период

развития плода, так и во время кормления порциями молозива, а впоследствии и молоком, патологические отклонения при развитии плода, рождении, нарушении норм содержания и кормления коров – матерей и родившихся телят способствуют формированию неэффективной защитной функции организма. Неэффективность резистентности организма новорожденных животных предрасполагает к возникновению острых и хронических болезней, приводящих к потере продуктивности, отставанию в развитии и зачастую к гибели [11]. Среди заболеваний у телят молозивного и молочного периодов расстройство пищеварения достигает 80–100% по сравнению с другими болезнями [2]. Соответственно, из заболеваний молодняка крупного рогатого скота молозивного и молочного периода диспепсия требует к себе более пристального внимания [1]. В конце зимне-стойлового периода, при недостатках в рационе питательных веществ и микроэлементов, а также при несоблюдении условий содержания (в т. ч. ограничение движения при отсутствии должного моциона, условий микроклимата, дефицит эффекта от воздействия солнечных лучей и пр.), материнский организм не может в полной мере обеспечить плод и новорожденного эффективной системой иммунитета [3; 7].

Цель исследования состоит в изучении влияния иммуномодулятора на продуктивность телят молозивного и молочного периода.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) определить сроки заболевания, течения болезни телят и влияние болезни на суточный прирост;
- 2) рассчитать недополученный привес телят молочного периода контрольной и опытной групп.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в октябре – декабре 2024 г. на базе ООО «СХК Сидоровское» Новокузнецкого района Кемеровской области. Схема исследования разработана на основании исходных данных инструкции изучаемого препарата. Для изучения эффективности действия препарат применялся в двух группах новорожденных телят по принципу пар-аналогов. В каждую группу было отобрано 10 телят. Критериями отбора стали: пол, возраст, живая масса и порода. Для определения веса животных применяли специальные весы. Телят взвешивали индивидуально на весах «Альфа ПВ» 0-500 с электронным датчиком.

Для проведения эксперимента по оценке эффективности препарата в профилактике ранних заболеваний у новорожденных телят при использовании иммуномодулятора-иммуностимулятора, выраженной в получении большей продуктивности от дополнительного привеса в опытной группе телят, был выбран препарат «Виталанг – 2» (производитель, патентообладатель ООО «Виталанг», г. Новосибирск).

Таблица 1

Исходные данные на начало эксперимента

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Количество голов	10	10
Пол	Бычки	Бычки
Возраст, дней	Новорожденные	Новорожденные
Порода	Черно-пестрая	Черно-пестрая
Живая масса при рождении	37,1±0,29	37,0±0,28
Продолжительность опыта, дней	30	30
Схема введения препарата	–	«Виталанг – 2», интраназально, 50 мг на 1 голову, раз в 5 дней с 1-го дня жизни новорожденных

Указанный препарат успешно использовался для лечения и профилактики заболеваний, а в нашем случае применялся для профилактики заболеваний новорожденных телят групповым методом. Иммуномодулятор «Виталанг – 2» – фракция амфифильной одноцепочечной высокополимерной РНК, выделенная из дрожжей (пекарских). Данная рибонуклеиновая кислота содержит короткие двуспиральные участки. Средством доставки основного действующего вещества к тканям и клеткам организма в препарате служит олеиновая кислота, которой в составе лекарственных средств свойственно проникать через биологические мембраны клеток. Таким образом транспортированные молекулы РНК воспринимаются в организме как вирусоподобные частицы, вызывающие индукцию биосинтеза эндогенного интерферона γ с увеличением массы лимфоидных органов и количества

иммунных клеток в них. Активизируется выработка иммуноглобулинов, функция макрофагов и нейтрофилов [8; 9].

Результаты

Телята контрольной и опытной групп получали во время проведения эксперимента одинаковый рацион кормления (табл. 2).

Таблица 2

Рацион кормления телят		
Состав рациона	Группа	
	Контрольная	Опытная
С момента рождения до окончания эксперимента (в течение 30 дней)		
Молозиво, цельное молоко (л/сутки)	6 л (на 3 раза в день)	6 л (на 3 раза в день)
Ежедневно, с 1-го дня жизни		
Соль-лизунец	По поедаемости	По поедаемости
С 15-суточного возраста		
Ячмень с овсом в виде каши из кормосмеси (кг/сутки)	0,5–0,7 кг	0,5–0,7 кг
Сено (вволю, ежедневный контроль за отсутствием закисшего и плесневелого ингредиента)	По поедаемости	По поедаемости
С 20-суточного возраста		
Ячмень с овсом в виде замачиваемой дробленой кормосмеси (кг/сутки)	До 1,0 кг 2 раза в день: утро – вечер (в зависимости от аппетита)	До 1,0 кг 2 раза в день: утро – вечер (в зависимости от аппетита)

Из профилактических инъекций в течение первых 30 дней жизни телят в ООО «СХК «Сидоровское» применяется комплексный витамин и вакцинация против сальмонеллеза (табл. 3).

Физиологические показатели привеса телят в отношении каждого здорового животного в сутки на начало и конец опыта находились в пределах

нормативных значений. Однако в ходе эксперимента выявлена задержка темпов роста у трех телят (50%) в группе контроля и одного теленка (16,6%) в опытной группе.

Таблица 3

Профилактические инъекции телятам в первые 30 дней жизни

Препараты	Группа	
	Контрольная	Опытная
«Драксин» – комплексный витаминный препарат (п/к)	Однократно, 1 мл в 1-й день жизни	Однократно, 1 мл в 1-й день жизни
Вакцина против сальмонеллеза (паратифа) телят (п/к)	На 10-й день	На 10-й день
Вакцина против сальмонеллеза (паратифа) телят (п/к)	На 20-й день	На 20-й день

В группе контроля зафиксированы случаи заболевания двух телят диспепсией и одного с заболеванием органов дыхания; в опытной группе – один случай заболевания диспепсией.

Таблица 4

Сроки заболевания и влияние болезни на суточный прирост телят

Группа		Суточный привес телят, в группах (гр.)			
		Контрольная группа (n=3)			Опытная группа (n=1)
Характер болезни		бронхит	диспепсия	диспепсия	диспепсия
Возраст (дней)		12	10	9	11
Дни от начала заболевания до выздоровления	1-й	760	550	330	210
	2-й	720	200	210	110
	3-й	610	170	60	70
	4-й	350	10	-120	320
	5-й	310	-50	30	390
	6-й	430	30	260	530
	7-й	570	540	480	740
	8-й	750	740	600	–
	9-й	–	760	740	–

Окончание таблицы 4

Привес за период болезни (г)	4500	2950	2590	2370
Привес в среднем, за день болезни (г)	562	328	288	339
Максимально возможный усредненный привес в сутки на голову (г)	820	820	820	840
Недополученный привес в сутки (г)	258	492	532	501
Недополученный привес за период болезни (г)	2064	4428	4788	3507

С учетом усредненных данных привеса каждого здорового теленка за 30-дневный период эксперимента (820 г в группе контроля и 840 г в опытной группе) становится очевидно, что при отсутствии потерь привес у 10 телят группы контроля составил бы 246 кг, а у 10 телят опытной группы – 252 кг. То есть в опытной группе на 6 кг было бы больше общего привеса, а значит, действие препарата-иммуномодулятора эффективно в качестве препарата для профилактики болезней, в т.ч. в отношении первичной патогенной микрофлоры, действие которой безвредно на первый взгляд (усредненная разница всего 20 г в сутки на голову). Исходя из имеющихся сведений, провели вычисление упущенной продуктивности, выраженной в кг привеса телят (табл. 5).

Таблица 5

Расчет недополученного привеса телят молочного периода, участвующих в эксперименте

Показатель	Данные по группам телят	
	Контрольная	Опытная
Средний привес, на голову в сутки (кг)	0,82	0,84
Максимально возможная продуктивность, привес на 1 голову за 30 дней (кг.)	24,6	25,2
Максимально возможная продуктивность, привес на 10 голов за 30 дней (кг)	246	252
Количество заболевших телят в группе	3	1
Период болезни телят в совокупности (дни)	26	7

Показатель	Данные по группам телят	
	Контрольная	Опытная
Привес в сутки на заболевших телят в совокупности (кг)	1,282	0,501
Недополученный привес в сутки в совокупности (кг)	1,178	0,339
Недополученный привес из-за болезни в совокупности (кг)	11,262	3,507
Продуктивность в группах за 30 дней, привес с учетом заболевших телят (кг)	234,738	248,493
Продуктивность в среднем на 1 голову в сутки, привес с учетом заболевших телят (кг)	0,782	0,828
Недополученный усредненный привес на голову в сутки от заболеваний (кг)	0,038	0,012
Недополученный усредненный привес на голову в сутки от заболеваний (%)	4,63	1,43
Доля фактического привеса от максимально возможного в обеих группах (252 кг.) за период эксперимента (%)	93,15	98,61
Доля недополученного привеса от максимально возможного в обеих группах за период эксперимента (%)	6,85	1,39

Таким образом, итоговые расчеты по данным таблицы 5 показывают, что недополучение продуктивности в виде привеса телят существенно. При условии выбора значения максимального привеса, исходя из среднесуточного увеличения веса каждого теленка за 30 дней и исключив значения в период их заболевания, мы рассчитали, что должно было получиться 252 кг у 10 голов опытной группы и 246 кг у телят контрольной группы соответственно. Процент реального привеса от максимально возможных 252 кг в контрольной группе составил 93,15%, а в опытной группе – 98,61%. Недополученная продуктивность в виде привеса в контрольной группе составила 11,262 кг (6,85%), а в опытной группе – 3,501 кг (1,39%).

В контрольной группе упущенная продуктивность на 5,46% больше, чем в опытной группе, что указывает на эффективное действие

иммуномодулятора «Виталанг – 2» как средства для профилактики болезней у телят молочного периода. Также течение болезни, период заболевания и недополученный привес заболевших животных указывают на эффективность препарата «Виталанг – 2» при лечении, т.к. в опытной группе данные показатели лучше, чем в группе контроля.

Заключение

За счет анализа продуктивности в данной работе четко определяется эффект от применения препарата, стимулирующего выработку иммунитета. Причем данный эффект установлен и для профилактики болезней, и при лечении. Трое заболевших телят в группе контроля против одного теленка в опытной группе при применении иммуномодулятора «Виталанг – 2» (с первого дня жизни, кратность – каждые 5 дней) дают основания утверждать об эффекте при профилактике болезней с первых дней жизни [5; 10]. В качестве показателей эффективности применения препарата «Виталанг – 2» при лечении телят молочного периода выступают: сокращенный срок течения болезни, меньшая потеря продуктивности в среднем за сутки у заболевшего теленка опытной группы, по отношению к телятам группы контроля.

Таким образом, препарат «Виталанг – 2», как представитель группы иммуномодуляторов-иммуностимуляторов, способствует уменьшению потерь от первичного воздействия патогенной микрофлоры внешней среды и заболеваний, встречающихся в самом раннем периоде жизни телят, и соответственно, применение иммуномодуляторов у телят молозивного и молочного периодов имеет положительный эффект.

Список источников

1. Аликаев, В.А., Митюшин, В.В., Краснов, И.И. Физиологическая зрелость новорожденных телят и проявление у них колибактериоза // Труды Московской ветеринарной академии. Москва, 1974. Т. 73, Ч. 1. С. 109–113.
2. Профилактика и лечение массовых незаразных болезней у крупного рогатого скота / А.Я. Батраков, Т.К. Донская, С.В. Винникова, О.А. Ришко // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 4. С. 118–121.
3. Грачева, О.А. Профилактика и лечение телят, больных диспепсией, с применением «Янтовета» // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 239, № 3. С. 100–103.

4. Лунёва, А. А. Морфобиохимический статус крови новорожденных телят, полученных от коров-матерей после введения иммуномодуляторов // Исследования и разработки молодых ученых, студентов и специалистов для АПК Сибирского федерального округа: сб. мат-лов ... IX Юбилейная региональная научно-практическая конференция, Барнаул, 21–22 июля 2022 года. Барнаул, 2022. С. 164–170.
5. Никитин, Д.А. Зоогигиеническая оценка новых иммуномодуляторов, их применение при выращивании телят / Д.А. Никитин // Автореферат диссертации Чувашская государственная сельскохозяйственная диссертация. Чебоксары. – 2012. – С.14 – 15.
6. Петренко, А.А. Иммунологические особенности организма телят // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. №4 (234). С. 55–62.
7. Рахматуллина, Ю.В., Ганиева, Р.Ф. Лечение и профилактика диспепсии телят / Башкирский ГАУ // Современные проблемы науки и образования. 2018. Т. VII. С. 49.
8. Ямковая, Т.В., Ямковой, В.И., Панин, Л.Е. Выделение и анализ биологической активности высокополимерной РНК из пекарских дрожжей // Сибирский научный медицинский журнал. 2012. Т. 32, № 6. С. 60–68.
9. Изучение эмбриотоксических свойств одноцепочечной высокополимерной РНК из *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* / В.И. Ямковой, Т.В. Ямковая, А.Л. Мамаев, М.Б. Пыхтина, Л.М. Поляков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 12-2. С. 322–325.
10. A calf-level study on colostrum management practices associated with adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds / M.P. Morin, J. Dubuc, P. Freycon, S. Buczinski // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, Is. 4. P. 4904–4913.
11. A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay / C. O. Schild, R. D. Caffarena, A. Gil 3, J. Sánchez, F. Riet-Correa, F. Giannitti // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103, Is. 10. P. 9418–9429.

УДК 637.1

ЕДН EQMJEL

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-61-69



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМНОЙ СУШКИ ТВОРОГА

Ермолаев Владимир Александрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Цель данной работы заключается в исследовании влияния начальной массовой доли влаги творога на характер процесса вакуумной сушки и качественные показатели сухого творога. В данной статье приведены результаты по исследованию процессов вакуумной сушки творога. С помощью математического моделирования получено уравнение, позволяющее определять продолжительность сушки в зависимости от величины массовой доли влаги творога-сырья. Установлено, что при увеличении влажности творога-сырья происходит увеличение скорости сушки и продолжительности процесса.

Начальная массовая доля влаги творога не влияет на качественные характеристики сухого творога. На качественные характеристики сухого творога влияет режим вакуумной сушки. Для сокращения процесса вакуумной сушки можно использовать творог с меньшей начальной массовой долей влаги. С уменьшением общей влажности творога за счет поверхностной влаги и влаги смачивания продолжительность сушки изменяется на 3,6 минуты из расчета на 1 % удаленной влаги. В конечном продукте – сухом твороге – измеряли массовую долю влаги и сухого вещества. Результаты исследований показали, что влажность сухого творога, независимо от первоначальной, равна 4,2–4,4 %, что соответствует ГОСТу 33629-2015 «Консервы молочные», согласно которым влажность сухих молочных продуктов должна быть не более 5,0 %.

Ключевые слова: вакуумная сушка, творог, влажность, продолжительность сушки, органолептические показатели.

INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF VACUUM DRYING OF COTTAGE CHEESE

Ermolaev Vladimir A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Production¹

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. The purpose of this work is to study the effect of the initial mass fraction of moisture in cottage cheese on the nature of the vacuum drying process and the quality indicators of dry cottage cheese. This article presents the results of a study of the processes of vacuum drying of cottage cheese. Using mathematical modeling, an equation was obtained that allows determining the drying time depending on the mass fraction of moisture in the raw cottage cheese. It was found that with an increase in the moisture content of the raw cottage cheese, the drying rate and duration of the process increase.

The initial mass fraction of moisture in cottage cheese does not affect the quality characteristics of dry cottage cheese. The quality characteristics of dry cottage cheese are affected by the vacuum drying mode. To shorten the vacuum drying process, cottage cheese with a lower initial mass fraction of moisture can be used. With a decrease in the total moisture content of cottage cheese due to surface moisture and wetting moisture, the drying time changes by 3,6 minutes per 1% of the removed moisture. In dry cottage cheese, the mass fractions of moisture and dry matter were controlled. The results of the studies showed that the moisture content of dry cottage cheese, regardless of the initial content, is equal to (4,2–4,4) %.

Keywords: vacuum drying, cottage cheese, moisture content, drying time, organoleptic properties.

Введение

Творог относится к белковым продуктам питания, содержащим большое количество кальция, витаминов А, Е и группы В и других микронутриентов. По нормам потребления молочной продукции, согласно рекомендациям Минздрава РФ, каждый человек в год должен съедать до 10 кг этого продукта для поддержания собственного здоровья и профилактики различных неинфекционных заболеваний. Но далеко не во всех регионах и территориях РФ имеется возможность для разведения крупного рогатого скота, и, соответственно, население слабо обеспечено молочными

продуктами. Доставка и обеспечение продуктами питания населения этих регионов имеет сложную логистику и высокую себестоимость, поскольку, кроме транспортных расходов, включена, в том числе, и стоимость хранения.

Творог, предназначенный для краткосрочного хранения и реализации, на конечной стадии технологического процесса производства следует интенсивно охлаждать до температуры 4 ± 2 °С, а предназначенный для длительного хранения в межсезонный период – быстро замораживать. С учетом вязкости творога и низких теплофизических показателей его целесообразно охлаждать упакованным. Оптимальная температура, до которой следует охлаждать творог, – от 0 до 4 °С.

Для длительного сохранения исходных качеств творога, кроме хранения в замороженном состоянии, используют сушку, прежде всего вакуумную [3; 6].

Исследователями проведены исследования по получению сухого творога с использованием имеющихся распылительных сушильных установок. Результаты экспериментальных выработок, проведенных на лабораторной сушилке Ниро-Атомайзер и распылительной установке ЦТ-300 (производительность – 300 кг испаренной влаги в час), показали возможность обезвоживания творога методом распыления [4; 7]. Данный способ сушки творога не получил широкого распространения из-за достаточно сложного процесса подготовки творожной суспензии и больших энергетических затрат.

Разработка технологии сублимационной сушки творога уже известна, но, как правило, сама технология не применяется. Из-за сложности технологии, дороговизны применяемого оборудования, продолжительности процесса технология сублимации творога не получила промышленного распространения [8].

Скорость сушки зависит от начальной влажности продукта, поскольку в продукте влага имеет различные формы связи с материалом. При увеличении начальной влажности продукта скорость сушки увеличивается, а интенсивность нагрева продукта – снижается [1; 7; 8]. Это связано, прежде всего, с качественными характеристиками казеина как одного из основных белков молока и его продуктов. Например, в работе [12] ученые-исследователи рассматривали варианты сушки казеина-сырца в зависимости от начальной массовой доли влаги. Отмечено, что подача в сушилку казеина-сырца с высоким содержанием влаги неблагоприятно отражается на ходе процесса сушки и качестве готового продукта. Казеин прилипает к несущим

поверхностям, забивает отверстия сушильных лотков, конвейеров и других транспортных устройств, затрудняя циркуляцию через них воздуха. В таком казеине во время сушки возможно молочнокислое брожение, готовый продукт будет иметь высокую кислотность и пониженную стойкость. Он будет также не однородным по содержанию влаги и цвету. На сухих частицах такого продукта могут появиться специфические белые пятна, являющиеся зонами пересушенного и плохо растворимого казеина [9; 10].

На основании анализа источников литературы можно сделать вывод, что влажность продукта является важным параметром, определяющим процесс сушки.

Цель данной работы заключается в исследовании влияния начальной массовой доли влаги творога на характер процесса вакуумной сушки и качественные показатели сухого творога.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны образцы творога с массовой долей влаги от 58,5 до 78,1 % [2]. Вакуумную сушку творога проводили при ранее установленных нами параметрах [5].

Массовую долю влаги в твороге определяли арбитражным методом по ГОСТ 3626-73. Органолептическую оценку сухого творога проводили по методике, приведенной в работе [5].

Результаты

В ходе нашего исследования были определены параметры измерения для последующей характеристики конечного продукта после сушки, а также необходимые условия для проведения эксперимента. На основании предварительных экспериментальных исследований с учетом всех критериев и математического моделирования были определены рациональные режимные и технологические параметры.

К режимным параметрам вакуумной сушки относится температура, плотность теплового потока и остаточное давление. Технологическими параметрами являются толщина слоя сушки и диаметр гранул творога.

Температура сушки творога, а также плотность теплового потока оказывают решающее влияние на характер процесса сушки. Плотность теплового потока определяется как количество теплоты, переданное к высушиваемому продукту от нагревателей на площади 1 м² высушиваемого

продукта. Кроме того, необходимо учитывать величину остаточного давления в вакуумной камере, так как остаточное давление влияет на температуру насыщенных водяных паров, а следовательно и на продолжительность сушки.

Вакуумная сушка – сложный технологический процесс, зависящий от ряда параметров, часто противоречащих друг другу. Выбор критериев сушки определялся нами по качественным и количественным показателям.

Рациональные режимные и технологические параметры обеспечивают скорость сушки, то есть минимальную продолжительность вакуумной сушки и высокие качественные показатели сухого продукта. Вакуумную сушку творога осуществляли при температуре 60 °С, плотности теплового потока – 3,68 кВт/м², остаточном давлении – 4–5 кПа. Толщина слоя сушки была равна 15 мм и диаметр гранул от 1–2 до 4–5 мм [5; 6].

В таблице ниже приведена массовая доля влаги, образцов творога.

Таблица

Массовая доля влаги образцов творога

Номер образца	Массовая доля влаги творога, %	
	до сушки	после сушки
1-й	78,1	4,4
2-й	74,4	4,3
3-й	68,3	4,3
4-й	63,73	4,2
5-й	58,7	4,2

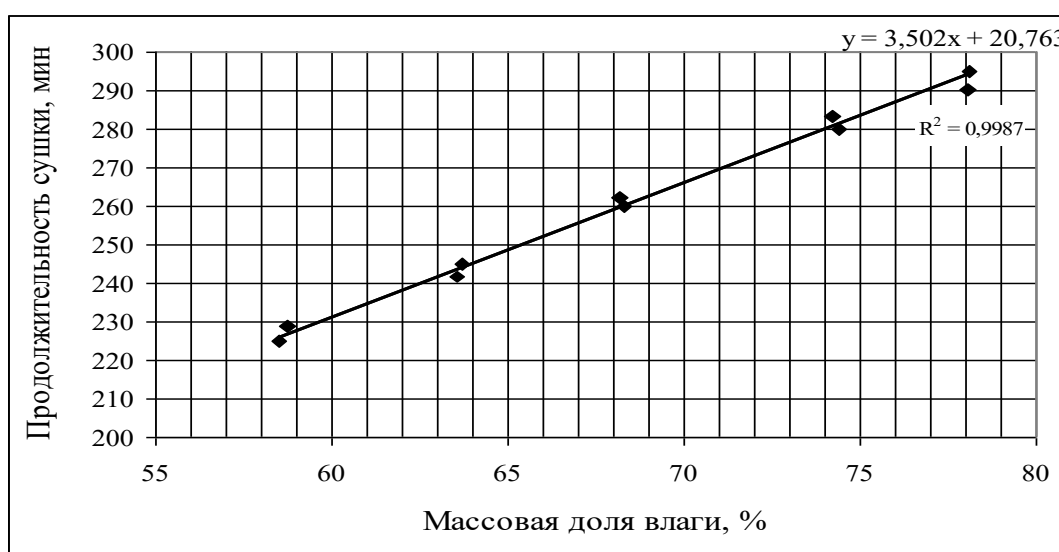


Рис. 1. Продолжительность вакуумной сушки творога в зависимости от начальной массовой доли влаги

Качественные показатели определялись по результатам органолептического, физико-химического, микробиологического, реологического анализа образцов сухого творога, а также по результатам его восстановительной способности. Количественные показатели характеризуют продолжительность сушки и затраты энергии на осуществление процесса.

При обработке экспериментальных данных получено уравнение зависимости продолжительности вакуумной сушки творога от массовой доли влаги (рис. 1):

$$y = 3,502 \cdot x + 20,763,$$

где x – массовая доля влаги творога, %

Данное уравнение справедливо в диапазоне изменения массовой доли влаги творога-сырья от 58,7 до 78,1 %. Величина достоверности аппроксимации уравнения составляет 0,9987. Уравнение позволяет расчетно-аналитическим путем определить продолжительность сушки обезжиренного творога в зависимости от начальной массовой доли влаги. Что позволило отказаться от проведения длительных по времени и энергоемких по потребляемой электроэнергии экспериментов. На рисунке 2 представлены графики изменения влажности в процессе вакуумной сушки творога.

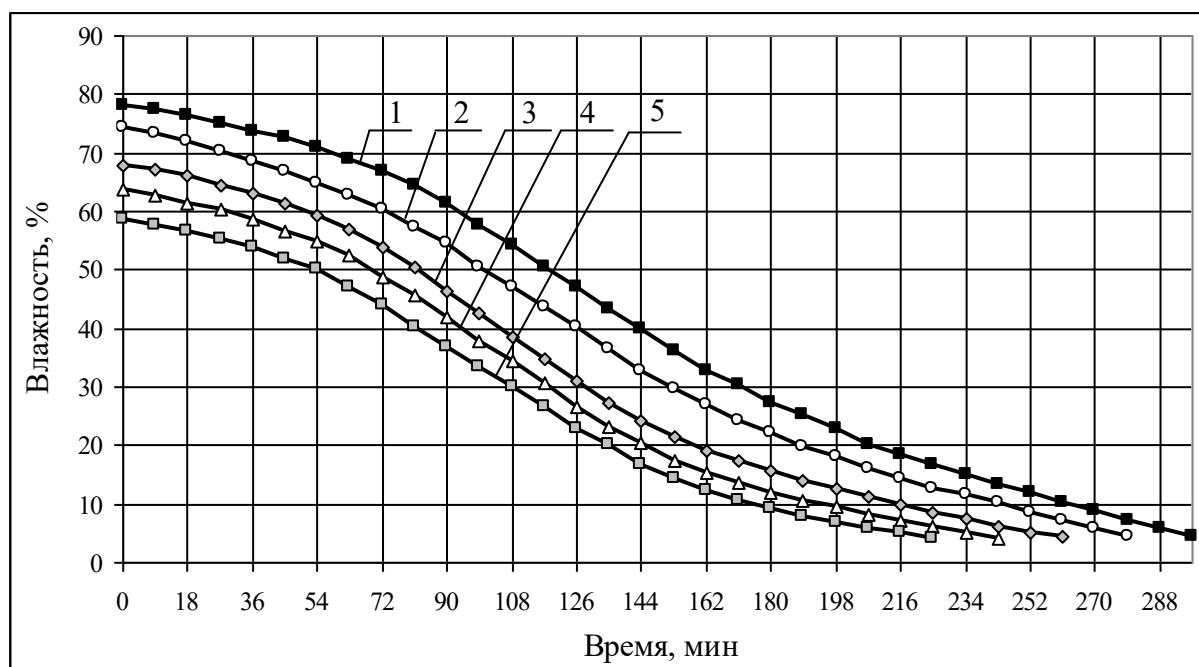


Рис. 2. Динамика изменения влажности

Начальная влажность образцов: 1 – 78,1 %; 2 – 74,4 %; 3 – 68,3 %;
4 – 63,7 %; 5 – 58,5 %

При высокой начальной влажности творога продолжительность процесса вакуумной сушки дольше, чем при более низкой доле влаги.

Известно, что кривые сушки характеризуются изменением интегральной влажности и температуры по времени. Наблюдения за изменением интегральных кривых сушки и кривых скорости сушки в зависимости от начальной массовой доли творога позволили выявить закономерности, согласующиеся с теорией А.С. Гинзбурга, по сушке зерна. Если творог имеет большую массовую долю влаги так же, как и при сушке зерна, процесс испарения интенсифицируется, то есть скорость сушки увеличивается.

С увеличением влажности творога происходит увеличение скорости сушки и продолжительности процесса. Казалось бы, при увеличении скорости сушки процесс должен сокращаться, а он увеличивается. Это можно объяснить на примере сушки образцов творога с начальной влажностью 58,5 и 78,1 %. При влажности 78,1 % скорость сушки в начальный период больше, чем при влажности 58,5 %. Чтобы определить расчетное время сушки творога, необходимо рассчитать время сушки творога с влажностью 78,1% до 58,5%.

Этот отрезок времени объясняет увеличение продолжительности сушки при начальной влажности творога 78,1 %. А также у творога с начальной влажностью 78,1 % по достижении влажности 58,5 % скорость сушки снижается и становится практически равна скорости сушки образца творога-сырья с начальной влажностью 58,5 %.

Разница между максимальной влажностью образцов творога 78,1 % и минимальной 58,5 % составляет 19,6 %. В среднем начальная влажность творога между смежными образцами изменяется на 5 %, а продолжительность сушки при этом изменяется на 15–20 минут.

Н.Г. Алексеевым [11] на основе изотерм сорбции-десорбции влаги в твороге было определено процентное содержание поверхностной влаги и влаги смачивания, сумма которых составляет 21,3 %. Если разница между максимальной и минимальной начальной влажностью творога составляет 19,6 %, а разница между продолжительностью сушки при этом 70 минут, то для удаления из творога 1 % поверхностной влаги и влаги смачивания необходимо затратить 3,6 минуты.

Для подтверждения готовности конечного продукта – сухого творога – проводили контроль массовых долей влаги и сухого вещества. Результаты

исследований показали, что влажность сухого творога независимо от первоначальной равна 4,2–4,4 %.

Образцы сухого творога имели органолептическую оценку от 29,6 до 29,4 балла из максимально возможных 30. Органолептическую оценку проводили по специально разработанной методике для оценки качества сухого творога. Данная методика приведена в работе [5].

Заключение

Таким образом, результаты исследования влияния массовой доли влаги творога-сырья на характер процесса сушки подтверждают:

- начальная массовая доля влаги творога не влияет на качественные характеристики сухого творога. На качественные характеристики сухого творога влияет режим вакуумной сушки;

- для сокращения процесса вакуумной сушки можно использовать творог с меньшей начальной массовой долей влаги. С уменьшением общей влажности творога за счет поверхностной влаги и влаги смачивания продолжительность сушки изменяется на 3,6 минуты из расчета на 1 % удаленной влаги.

Список источников

1. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. Москва : Пищевая промышленность, 1973. 528 с.
2. ГОСТ Р 52096-2003. Творог. Технические условия. Москва : Изд-во стандартов, 2003. 8 с.
3. Технологические основы интегрированных систем сушки и хранения семян / Ю.Ж. Дондоков, И.Н. Аммосов, Т.И. Афанасьева, Т.А. Парникова // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2024. № 4 (95). С. 59–68.
4. Проблемы и перспективы развития технологий аэрирования зерна / В.М. Дринча, Ю.Ж. Дондоков, И.Н. Аммосов, Н.П., Александров, Ч.Г. Машиев // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2024. № 3 (94). С. 30–40.
5. Ермолаев, В.А. Разработка технологии вакуумной сушки обезжиренного творога: дис. ... канд. техн. наук 05.18.04 / Ермолаев Владимир Александрович. Кемерово, 2008. 134 с.

6. Ермолаев, В.А., Захаров, С.А. Теоретическое обоснование основ консервирования сушкой и практическая реализация технологии вакуумной сушки творога : моногр. Кемерово, 2009. 176 с.
7. Ермолаев, В.А., Шушпанников, А.Б. Исследование показателя активности воды сухих молочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 2. С. 84–88.
8. Ермолаев, В.А., Иваненко, О.Н., Онюшев, М.В. Разработка температурных режимов вакуумного концентрирования молока // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С. 121–127.
9. Курбанова, М.Г., Ермолаев, В.А. Исследование гигроскопических свойств и активности воды молочно-белковых концентратов // Вестник КрасГАУ. 2011. № 8. С. 233–236.
10. Просеков, А.Ю., Ермолаев, В.А. Подбор остаточного давления для вакуумного концентрирования жидких молочных продуктов // Достижение науки и техники АПК. 2010. № 6. С. 69–70.
11. Радаева, И.А., Шулькина, С.П. Сушка молочных продуктов методом сублимации: обзорная информация. Москва : ЦНИИИ и ТЭИ мясомолпром СССР, 1973. 48 с.
12. Табачников, В.П., Крашенин, П.Ф., Хахлов, В.Ф. Прессование, дробление и сушка казеина: обзорная информация. Москва, 1971. 56 с.

УДК 631.31

ЕДН GDDFNC

DOI 10.71453/3034-4174-2025-1-70-79



ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ЛОПАТКИ РОТАЦИОННОГО РЫХЛИТЕЛЯ ПОЧВЫ ПУТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мяленко Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор¹

Косолапова Анна Александровна, преподаватель¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Внедрение технологий минимальной обработки почвы требует поиска новых конструкций энергосберегающей техники. Применение ротационных разрыхлителей для поверхностной обработки почвы на глубину высева семян имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционными орудиями как по энергоемкости, так и по напряжению воздействия на почву.

Цель исследования – установить характер распределения давления почвы на лопатки ротационного рыхлителя путем имитационного нагружения. Для достижения цели применялся имитационный метод моделирования нагружения лопаток ротационного рыхлителя почвенной средой. Определялись величины нормального давления в разных точках поверхности трения лопаток при их движении в круговом почвенном канале. Значения нормального давления устанавливались косвенным методом по измерению величины износа в разных точках поверхности лопаток. Предварительно на поверхности трения наносился легкоистираемый материал и магнитоиндукционным методом измерялась интенсивность его истирания.

Траектория движения лезвия лопатки в почве описывается уравнением трахоиды, при этом сам процесс рыхления подобен «копанию» и разделяется на два этапа: заглубление и выглубление с перемещением части взрыхленной почвы на поверхность поля. Получено уравнение перемещения лопатки в почве в зависимости от угла ее поворота: от начала заглубления до выглубления, а также теоретически определена зависимость характера нагружения лопатки в период перемещения в почве. В результате имитационного нагружения лопаток измерялась интенсивность абразивного износа в разных точках поверхности трения и получены соответствующие

уравнения регрессии, что позволяет судить о характере внешнего нагружения лопаток рыхлителя.

Таким образом, резание почвы при ее рыхлении ротационным рыхлителем происходит тремя режущими кромками: нижним лезвием и двумя боковыми кромками лопатки рыхлителя, что характеризует особенность движения почвы по рабочей поверхности лопатки. При производстве рыхлителей следует предусматривать обеспечение необходимой износостойкости нижней и боковых кромок лопаток путем их упрочнения.

Ключевые слова: лопатка ротационного рыхлителя почвы, имитационное нагружение, абразивный износ.

INVESTIGATION OF THE PRESSURE DISTRIBUTION ON THE BLADES OF A ROTARY SOIL RIPPER BY SIMULATION MODELING

Myalenko Viktor I., Doctor of Technical Sciences, Professor¹

Kosolapova Anna A., teacher¹

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. The introduction of minimal tillage technologies requires the search for new designs of energy-saving equipment. The use of rotary leavening agents for surface tillage to the depth of seeding has a number of advantages in comparison with traditional tools both in terms of energy intensity and stress on the soil. The purpose of the study is to establish the nature of the distribution of soil pressure on the blades of a rotary ripper by simulated loading. To achieve this goal, a simulation method was used to simulate the loading of rotary ripper blades by the soil environment. The values of the normal pressure at different points of the friction surface of the blades during their movement in a circular soil channel were determined. The values of the normal pressure were determined indirectly by measuring the amount of wear at different points on the surface of the blades. Previously, an easily removable material was applied to the friction surface and the intensity of its abrasion was measured using the magnetoinduction method.

The trajectory of the blade blade in the soil is described by the trachoid equation, while the loosening process itself is similar to "digging" and is divided into two stages: deepening and hollowing with the movement of part of the loosened soil to the surface of the field. The equation of movement of the blade in

the soil is obtained depending on the angle of its rotation: from the beginning of the excavation to the excavation. A theoretical dependence of the loading pattern of the blade during movement in the soil is obtained. As a result of the simulated loading of the blades, the intensity of abrasive wear was measured at different points of the friction surface and the corresponding regression equations were obtained, which allows us to judge the nature of the external loading of the ripper blades.

Thus, cutting the soil when loosening it with a rotary ripper occurs with three cutting edges: the lower blade and two side edges of the ripper blade, which characterizes the peculiarity of soil movement along the working surface of the blade. In the production of rippers, provision should be made for the necessary wear resistance of the lower and side edges of the blades by hardening them.

Keywords: rotary soil ripper blade, simulated loading, abrasive wear.

Широкое распространение технологии минимальной обработки почвы в современной практике земледелия предполагает применение новых почвообразующих конструкций техники [1] для поверхностной обработки почвы на глубину высева семян [4]. Целенаправленность поиска новых конструкций сориентирована на достижение минимальных энергетических затрат с сохранением необходимого качества выполнения технологических операций [5].

Применение ротационных разрыхлителей для поверхностной обработки почвы на глубину высева семян имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционными орудиями (культиваторы, луцильники) и обеспечивает снижение энергоемкости на 17–22%, сохраняя низкое напряжение воздействия на почву (сжатие, растяжения) 0,5–1,5 МПа [2].

Традиционно для обработки почвы используют разнообразные рабочие органы, в основе которых, как правило, прямой или косо поставленный клин. При движении клиновидных рабочих органов в почве процесс разделения почвы на устойчивые совокупности вызывает чередование воздействий на почву напряжений сжатия, скола и растяжения. При этом прочность почвы на сжатие до 10 раз выше, чем при растяжении, а также при чрезмерном сжатии наблюдается снижение качества обработанной почвы [6]. Поэтому применение рабочих органов, работающих на принципах подобия «копанию» почвы, более предпочтительны для технологий минимальной обработки почвы [7].

Действительно, составляющие почву структурные агрегаты представляют собой устойчивые почвенные совокупности из частиц материнской породы, скрепленные достаточным количеством агроминеральных образований. При этом структурные агрегаты соединены друг с другом отдельными площадками, определяющими их связность. Все остальные пустоты заполнены либо водой, либо почвенным воздухом. Преодоление этих структурных связей и разделение почвы на устойчивые агрегатные совокупности для спелых почв происходят при создании внутренних напряжений 0,1–0,3 МПа определенной направленности. В то же время для разрушения непосредственно структурных почвенных агрегатов требуется создание внутренних напряжений более 10 МПа [2]. Последние обстоятельства подчеркивают актуальность разработок новых конструкций ротационных рыхлителей почвы.

Цель исследования – установить характер распределения давления почвы на лопатки ротационного рыхлителя путем имитационного моделирования.

Материалы и методы

Использованный в исследовании метод имитационного моделирования процесса работы почворезущих деталей обеспечил возможность применения необходимой приборной базы измерения и не ограничивал в выборе времени проведения измерений [3]. Имитационный стенд представлял собой круговой почвенный канал, где почвенная среда состояла из почвенно-песчаной смеси (легкий суглинок) необходимой твердости с влажностью 18–22%.

Модель ротационного рыхлителя представлялась в виде отдельной секции, на ободе которой размещались прямые радиально расположенные лопатки. Радиус обода $r = 120$ мм и длина лопатки $n_0 = 70$ мм. Нанесение легкоистираемого материала на поверхность трения лопаток обеспечивало довольно точное измерение магнитоиндукционным способом величин износа в разных точках поверхности.

Результаты

При выборе параметров испытываемой модели ротационного рыхлителя почвы учитывались известные результаты теоретических исследований и практических проверок [8; 9], в том числе результаты

исследований комбинированных рыхлителей и характеристики их практической работы [8; 10].

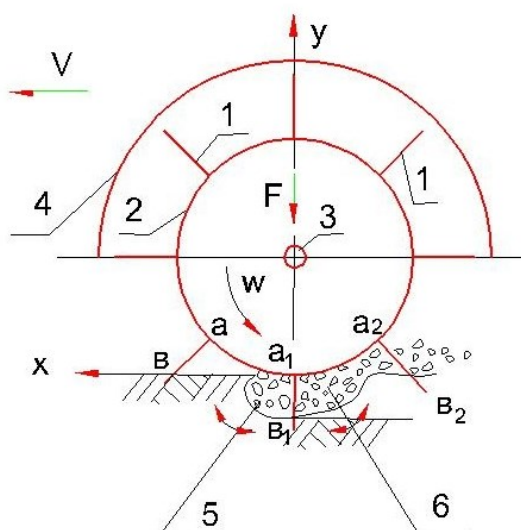


Рис. 1. Принципиальная схема работы ротационного рыхлителя почвы:
 1 – лопатки; 2 – обод крепления лопаток; 3 – ось вращения обода;
 4 – защитный кожух; 5 – интервал заглубления лопаток;
 6 – интервал выглубления

При выполнении технологического процесса при движении рыхлителя в направлении V обод крепления лопаток (2) перекачивается по поверхности поля, поочередно внедряя лопатки (1) и проводя рыхление поверхностного слоя почвы. Рыхлитель в данном случае применяется бесприводный, а вращение обода происходит за счет реактивного действия погруженных в почву лопаток. Давление силой (F) создается либо навесной системой трактора, либо балластным грузом. Траектория движения лезвия лопатки (точка a) осуществляется по трахоиде, параметрическое уравнение которой имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} x &= rt - (r + n) \sin \alpha \\ y &= r - (r + n) \cos \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

где r – радиус обода, мм; n – длина лопатки, мм; t – угол положения лопатки, град; α – тот же угол, град.

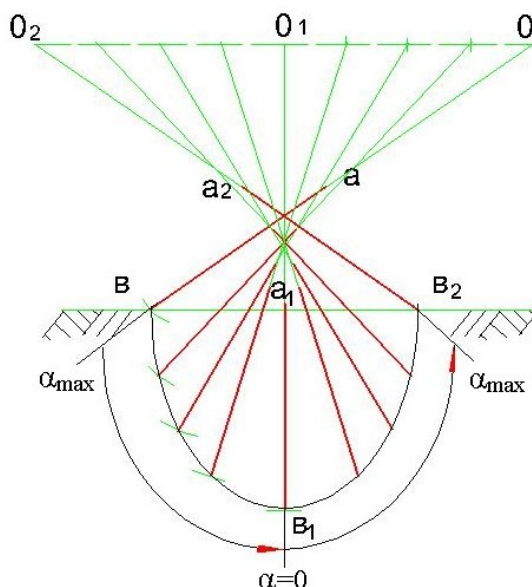


Рис. 2. Фазы перемещения лопатки рыхлителя в почве:

O, O_1 , и O_2 – перемещение оси обода рыхлителя;

перемещение a в a_1 – заглубление;

a_1 в a_2 – выглубление

В процессе заглубления лопатка поворачивается на некоторый угол α , начиная от касания почвы α_{max} до достижения максимальной глубины погружения в почву $\alpha = 0$, т.е. от a в a_1 и далее к a_2 . При этом длина погружения лопатки в почву зависит от изменения угла поворота α :

$$n_i = n_0 - r \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right), \quad (2)$$

где n_i – текущее значение длины погружения лопатки; n_0 – общая длина лопатки, r – радиус обода; α – угол поворота лопатки.

В первом приближении, если принять условно, что величина нормального давления вначале одинакова по всей поверхности трения и зависит только от продолжительности перемещения поверхности в почве при изменении угла α , с учетом выражения (2) можно считать, что характер изменения нормального давления по длине лезвия будет подобен зависимости:

$$\begin{cases} n_i = n_0 - r \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right), \\ N_i = n_i N_H \end{cases}, \quad (3)$$

где N_i и N_H – текущее и некоторое номинальное значение нормального давления.

Физическое нагружение лопаток ротационного рыхлителя проводилось путем имитационного моделирования [11]. Учитывая пропорциональность

величин нормального давления и интенсивность износа (выноса) материала в соответствии с законом Арчарда, принимаем интенсивность износа как переменную в исследовании характера распределения давления на поверхности трения [12].

Ниже графически (рис. 3) представлены результаты измерений интенсивностей износа в разных точках поверхности трения лопатки рыхлителя $\Delta I = f(n_i)$. На графике расположены две шкалы абсцисс: α – угол поворота лопатки при движении ее в почве и n_i – текущее значение длины лопатки, а также две оси ординат $N_{(H)}$ – нормальное давление и $\Delta I_{(МК)}$ – интенсивность износа при имитационном нагружении. Получены две характеристики, при этом интенсивность нагружения лопатки в обоих случаях уменьшается от лезвия к спинке.

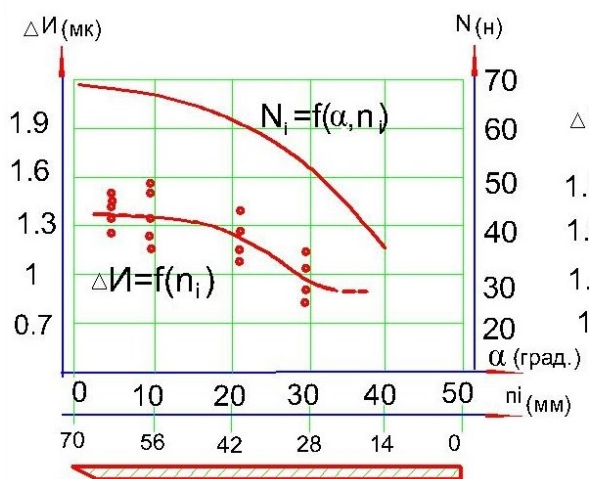


Рис. 3. Характер распределения давления почвы по длине лопатки ротационного рыхлителя:

$N = f(\alpha)$ – теоретическое приближение;

$\Delta I = f(n_i)$ – имитационное нагружение

Уравнение регрессии при имитационном нагружении имеет следующий вид:

$$\Delta I = -0,0005 n^3 + 0,0019 n^2 - 0,047 n + 1,176 \quad (4)$$

Результаты измерения интенсивности износа поверхности трения по ширине лопатки показаны на рисунке 4.

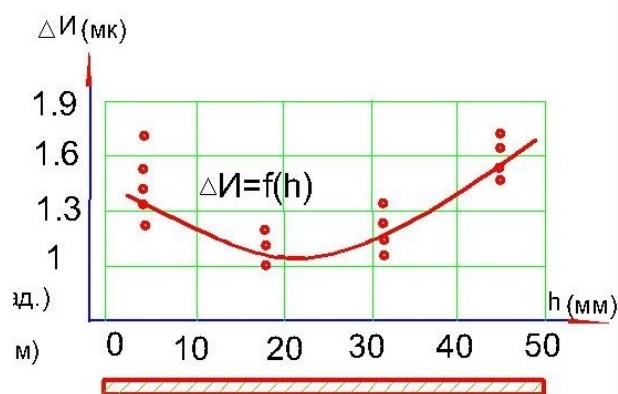


Рис. 4. Характер распределения интенсивностей износа (ΔI) поверхности трения по ширине лопатки (h)

Ниже дано уравнение регрессии, описывающее интенсивность износа по ширине лопатки:

$$\Delta I = 0,001h^2 - 0,043h + 1,611 \quad (5)$$

Общий контур объемной эпюры интенсивности износа лопатки ротационного рыхлителя при взаимодействии с почвой показан на рисунке 5.

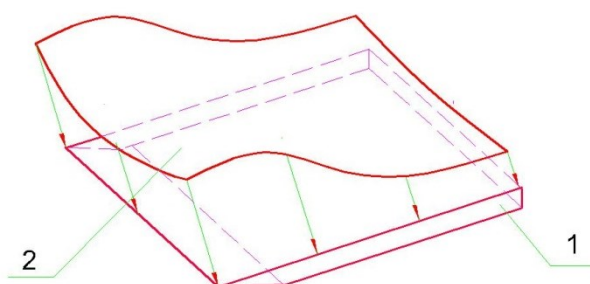


Рис. 5. Объемный контур эпюры интенсивности абразивного износа лопатки ротационного рыхлителя почвы:
1 – лопатка рыхлителя; 2 – верхняя грань эпюры

Полученная объемная эпюра абразивного износа характеризует неравномерность нагружения и износа поверхности трения лопатки рыхлителя. Здесь следует отметить, что, как и в большинстве случаев, все почворежущие детали различных орудий имеют неравномерные нагружение и износ своих поверхностей трения [13; 14]. При этом имеется возможность численного моделирования эмпирических данных для практического применения [15].

Заключение

Резание почвы при ее рыхлении ротационным рыхлителем происходит по крайней мере тремя режущими кромками. Это нижнее лезвие и две боковые кромки лопатки рыхлителя. Перемещение почвы при работе рыхлителя происходит не только в направлении от нижнего лезвия, но и от боковых граней лопатки, выполняющих функции режущих кромок.

Траектория движения лопатки в процессе заглубления предполагает возможность применения лопаток криволинейной формы, улучшающей их заглубляющие способности.

Практическое применение высокопроизводительных ротационных рыхлителей обуславливает необходимость обеспечения при их изготовлении разной износостойкости нижней и боковых кромок, как более нагруженных в процессе работы.

Список источников

1. Власенко, А.Н., Власенко, Н.Г., Коротких, Н.А. Перспективы технологии No-till Сибири // Земледелие. 2014. № 1. С. 16–19. EDN RXOOER.
2. Щилов, В.Н., Пархоменко, Г.Г. Проектирование рабочих органов для рыхления почвы с использованием деформаций растяжения // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 3 (23). С. 57–62. EDN XCCEZD.
3. Мяленко, В. И. Парное моделирование трибологического процесса абразивного износа почворежущих деталей // Трение и износ. 2023. № 4 (44). С. 369–376. DOI 10.32864/0202-4977-2023-44-4-369-375
4. Дридигер, В.Р, Годунова, Е. В., Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья // Земледелие. 2023. № 6. С. 6–9. DOI 10.24412/0044-3913-2023-6-6-9; EDN RYMPNG
5. Effect of different tillage practices on soil physical properties under wheat in semi-arid environment / M. Amin, M.J. Khan, M.T. Jan et al. // Soil and Environment. 2014. Vol. 33, Iss. 1. P. 33–37.
6. Чумаков, Е.В., Мадиганова, А.Г. Неравномерность деформаций при растяжении и при сжатии // Современные материалы, техника и технологии в машиностроении: сб. мат-лов Междунар. науч.-тех. конф., 19–20 апреля 2014 г., Андижан. Андижан, 2014. С. 187–195.

7. Rotary tillage effects on some selected physical properties of fine textured soil in wetland rice cultivation in Malaysia / M. Mairghanya, A. Yahyaa, N.M. Adamb et al. // Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 194. DOI: 10.1016/j.still.2019.104318.
8. Обоснование формы и определение конструктивных параметров ротационного рыхлителя почвы / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Б.С. Бегалиев, И. Г. Галиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 3 (50). С. 73–76. DOI: 10.12737/article_5bcf57b1d90178.85890011.
9. Сокол, Н.А., Гультяев, В.В. Результаты экспериментальных исследований ротационного рыхлителя почвы // Вестник Донского государственного технического университета. 2008. № 1 (36). С. 96-100.
10. Нормирзаев, А.Р., Нишонов, Б.М. Результаты испытаний по выбору ротационного рыхлителя // Материалы международной научно-практической конференции. Ч.1. Рязань : Рязанский ГАУ, 2022. С. 443–447.
11. Мяленко, В.И. Карта абразивного износа поверхности трения почворежущей детали // Трение и износ. 2020. № 1 (41). С. 128–132. EDN CQUHEO.
12. Napiorkowski, J., Lemecha, M., Konat, L. Forecasting the wear of operating parts in an abrasive soil mass using the Holm - Archard Model // Materials. 2019. № 12(13). P. 2180. DOI 10.3390/ma12132180.
13. Скиркус, Р., Янкаускас, В., Гайдис, Р. Моделирование рабочих контактных нагрузок почвообрабатывающего элемента // Трение и износ. 2016. Т. 37. № 4. С. 510–515. EDN WMDXRN.
14. Григорьев, П.А., Сладкова, Л.А. Модель изнашивания рабочих органов землеройных машин при взаимодействии с грунтовым массивом // Трение и износ. 2022. Т. 43, № 4. С. 397–404. DOI 10.32864/0202-4977-2022-43-4-397-404.
15. Combined experimental and numerical simulation of abrasive wear and its application to a tillage machine component / P.O. Bedolla, G. Vorlaufer, C. Rechberger et al. // Tribology International. 2018. Vol. 127. P. 122–128. DOI 10.1016/j.triboint.2018.03.019.

Редактор

О.В. Баталова

Технический редактор

А.С. Березина

Подписано к публикации: март 2025

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Гарнитура Calibri, Calibri light.

Адрес издателя и редакции:

650056, Российская Федерация, Кемеровская область — Кузбасс,
г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.

Издатель и распространитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого»

Подготовлено в Кузбасском ГАУ

650056, Российская Федерация, Кемеровская область,
г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.

Телефон: (3842) 73-51-41.

E-mail: agroinnovatics@internet.ru