



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Н. ПОЛЕЦКОВА

СЕТЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В АПК

INNOVATIVE  
SOLUTIONS  
IN THE AGRO-INDUSTRI-



ISSN 3034-4174

**2024 №3(3)**



Инновационные  
решения  
в АПК

Innovative  
solutions  
in the agro-industrial  
complex

2024 № 3 (3)

ISSN 3034-4174

## 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

E:mail:  
[agroinnovatics@internet.ru](mailto: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);  
**Гармашов С.Ю.**, кандидат технических наук, доцент высшей аграрной школы, Кузбасский ГАУ (Кемерово, 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);  
**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

<b>АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА .....</b>	<b>5</b>
Бондарева Г. С. Методические основы развития социальной инфраструктуры сельских территорий.....	5
<b>УСТОЙЧИВАЯ АГРОЭКОСИСТЕМА.....</b>	<b>15</b>
Витязь С. Н., Поляков А. Д. Териофауна формирующегося биогеоценоза техногенно-спланированной территории золошлакоотвала.....	15
Колосова М. М. Система защиты от последствий экологических рисков в Российской Федерации .....	24
Кондратенко Е.П., Соболева О.М., Сергеева И.А., Пьяных А.В., Мачнов М.А. Оценка состояния производства картофеля в Кемеровской области – Кузбассе .....	37
<b>ПРОДУКТИВНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО .....</b>	<b>54</b>
Григорьев М. Ф., Ижмулкина Е. А., Попова Л. В., Лазаренко А. Н. Откорм бычков черно-пестрой породы в Кемеровской области – Кузбассе.....	54
Зубова Т. В., Семечкова А. В. Оценка влияния возраста животных на количество и качество ооцит-кумулясных комплексов .....	62
Кишняйкина Е. А., Князева Ю. В., Борисова Я. А. Использование бетулиновой кислоты в птицеводстве .....	74
Метлева А. С. Проблема распространения антибиотико-резистентных микроорганизмов в сельском хозяйстве .....	87
<b>АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>95</b>
Резниченко И. Ю., Мирошина Т. А. Обоснование состава безглютеновых крекеров с мукой зеленой гречки.....	95

УДК 338.49  
ЕДН PSHCAC



## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**Бондарева Галина Сергеевна**, доктор экономических наук, доцент,  
профессор кафедры менеджмента и агробизнеса<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого,  
г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** Данная статья посвящена проблемам устойчивого развития сельских территорий в контексте социальной инфраструктуры, которая выступает показателем сложившегося уровня качества жизни. Создание соответствующего социальным стандартам уровня развития инфраструктурной и институциональной среды выступает сдерживающим фактором для оттока населения, гарантом закрепления молодежи в сельских территориях. В целях исследования автором на начальном этапе представлена типологизация сельских территорий регионов. Отмечено, что зачастую авторы предлагают их типологизировать на основании: выделения отраслевой составляющей; оценки сложившегося уровня социально-экономического развития и его потенциала; территориальной приближенности к городам и крупным центрам потребления. В соответствии с принятой Стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года (далее – Стратегия) представлен иной подход – механизм учета степени освоения и сельхозиспользования, выявления потенциала и выделения сдерживающих факторов в развитии сельских территорий. При аналитической обработке статистических данных исследована динамика распределения сельского населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации в 2022 и 2023 годах, сформулированы выводы, на основе которых автор сформировал матрицу перечневых направлений устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры, и в качестве резюмирующих выводов представлена поэлементная схема совершенствования социальной инфраструктуры сельских территорий по первому блоку указанной матрицы.



Реализация указанных перечневых направлений выступает основой устойчивого развития села, укрепления его социально-экономической сферы, инфраструктурной и институциональной среды.

**Ключевые слова:** население, стратегия, устойчивое развитие, качество жизни, типологизация, сельские территории, социальная инфраструктура.

## METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF SOCIAL INFRASTRUCTURE IN RURAL AREAS

**Bondareva Galina S.**, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Management and Agribusiness

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** This article is devoted to the problems of sustainable development of rural areas in the context of social infrastructure, which acts as an indicator of the current level of quality of life. The creation of an infrastructure and institutional environment corresponding to social standards acts as a deterrent to the outflow of population, a guarantor of the consolidation of youth in rural areas. In order to conduct the research, the author at the initial stage presents the typologization of rural areas of the regions from the position of systematization. It is noted that the authors often propose to typologize them on the basis of: highlighting the sectoral component; assessing the current level of socio-economic development and development potential; territorial proximity to cities and large consumer centers. In accordance with the adopted Strategy for Sustainable Development of Rural Areas of the Russian Federation for the period up to 2030 (hereinafter referred to as the Strategy), a different approach is presented – a mechanism for taking into account the degree of development and agricultural use, identifying potential and identifying constraints in rural development. During the analytical processing of statistical data, the dynamics of the distribution of the rural population in the context of the federal districts of the Russian Federation in 2022 and 2023 was studied, conclusions were formulated on the basis of which the author formed a matrix of list directions for sustainable rural development in the context of the development of social infrastructure and, as summarizing conclusions, presented a piecemeal scheme for improving the social infrastructure of rural territories according to the first block of the specified matrix. The implementation of these listed areas is the basis for the sustainable development of the village, strengthening its socio-economic sphere, infrastructural and institutional environment.

**Keywords:** population, strategy, sustainable development, quality of life, typologization, rural areas, social infrastructure

## **Введение**

Устойчивое развитие сельских территорий выступает основой стабильности их социально-экономического развития, его конкурентных позиций, включает в себя следующие жизненно важные составляющие, а именно: «эффективное сельскохозяйственное производство, в условиях эффективно функционирующего сельского хозяйства; обеспечение полной занятости сельского населения и повышение качества его жизнедеятельности; рациональное землепользование, при сохранении почвенного плодородия сельскохозяйственных почв» [5]. Целью представленного исследования выступает выработка конкретных положений, направленных на обеспечение устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры. В качестве задач обозначены: 1) провести аналитическую обработку статистических данных; 2) представить типологизацию сельских территорий регионов; 3) сформировать матрицу перечня направлений устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры; 4) отразить поэлементную схему совершенствования социальной инфраструктуры сельских территорий по первому блоку сформированной матрицы. При обобщении материалов в качестве базы исследования послужили Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года (далее – Стратегия) [5], доклад о результатах проведенного мониторинга состояния социально-экономического развития сельских территорий в 2023 году, подготовленный Министерством сельского хозяйства РФ [3], статистические данные Федеральной службы государственной статистики [6], коллективные монографии [1; 8; 9], в том числе с участием автора [1], статьи и научные публикации по обозначенной тематике [2; 4; 7; 10].

## **Материалы и методы**

В качестве объекта исследования выступили сельские территории субъектов Российской Федерации и проживающее на них население. На основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики проведена обработка данных в разрезе федеральных округов по показателям, характеризующим динамику численности сельского населения. В качестве метода исследования выступила экономико-статистическая обработка данных, что позволило выявить определенные тенденции, а именно отток населения. Полученные результаты позволили прийти к выводам о значимости инфраструктурной составляющей в сдерживании миграционных процессов село – город на основе вариантов типологизации территорий и разработки конкретных практических рекомендаций по устойчивому развитию.

Также методом исследования послужила типологизация, т.е. группировка определенных сложных объектов на основе обобщения по установленным критериям и признакам.

Так, выявление специфики отдельных территорий, их природно-климатических, географических, социально-экономических возможностей обуславливает необходимость их дифференциации. В классическом виде принято проводить типологизацию территорий на основе принципов укрупнения по совокупности исследуемых показателей. Возможных типологизаций в научной практике множество. Так, например, Н.И. Тетерин [7] в диссертационном исследовании предложил авторскую типологизацию территорий, акцентно выделяя именно отраслевую составляющую (в частности, сельское хозяйство) и долю ее участия в ВРП, а также численности занятого населения и удельный вес численности проживающего на территории именно сельского населения. Тем самым указывая на значимость именно сельского хозяйства в территориальном развитии.

Применительно к сельским территориям научные подходы зачастую основаны на их типологизации в зависимости от территориальной приближенности к городам и крупным центрам потребления [4; 9; 10], а также от сложившего уровня социально-экономического развития и потенциала развития [2; 8].

В утвержденной Стратегии [5] при типологизации сельских территорий закреплено, что в основной принцип заложен механизм учета степени освоения и сельхозиспользования, выявления потенциала и определения сдерживающих факторов в развитии сельских территорий. С учетом вышесказанного и в соответствии со Стратегией типологизация сельских территорий регионов имеет следующий вид (рис. 1).

### **Результаты**

Динамика численности сельского населения выступает показателем устойчивого развития сельских территорий, своего рода их привлекательностью. Значимость повышения мотивации для проживания, обеспечения притока населения в сельскую местность в государственной политике является важнейшим объектом для исследования. Так, по результатам проведенного Министерством сельского хозяйства РФ мониторинга состояния социально-экономического развития сельских территорий (агломераций) Российской Федерации отмечено ежегодное сокращение численности с 2014 по 2022 год от 100 тыс. до 250 тыс. человек, при отмеченном росте в 2014 и 2022 годах (достигнутом за счет присоединения новых регионов с наличием сельского населения), при общем сокращении на 1323,9 тыс. чел., или 3,48% [3].



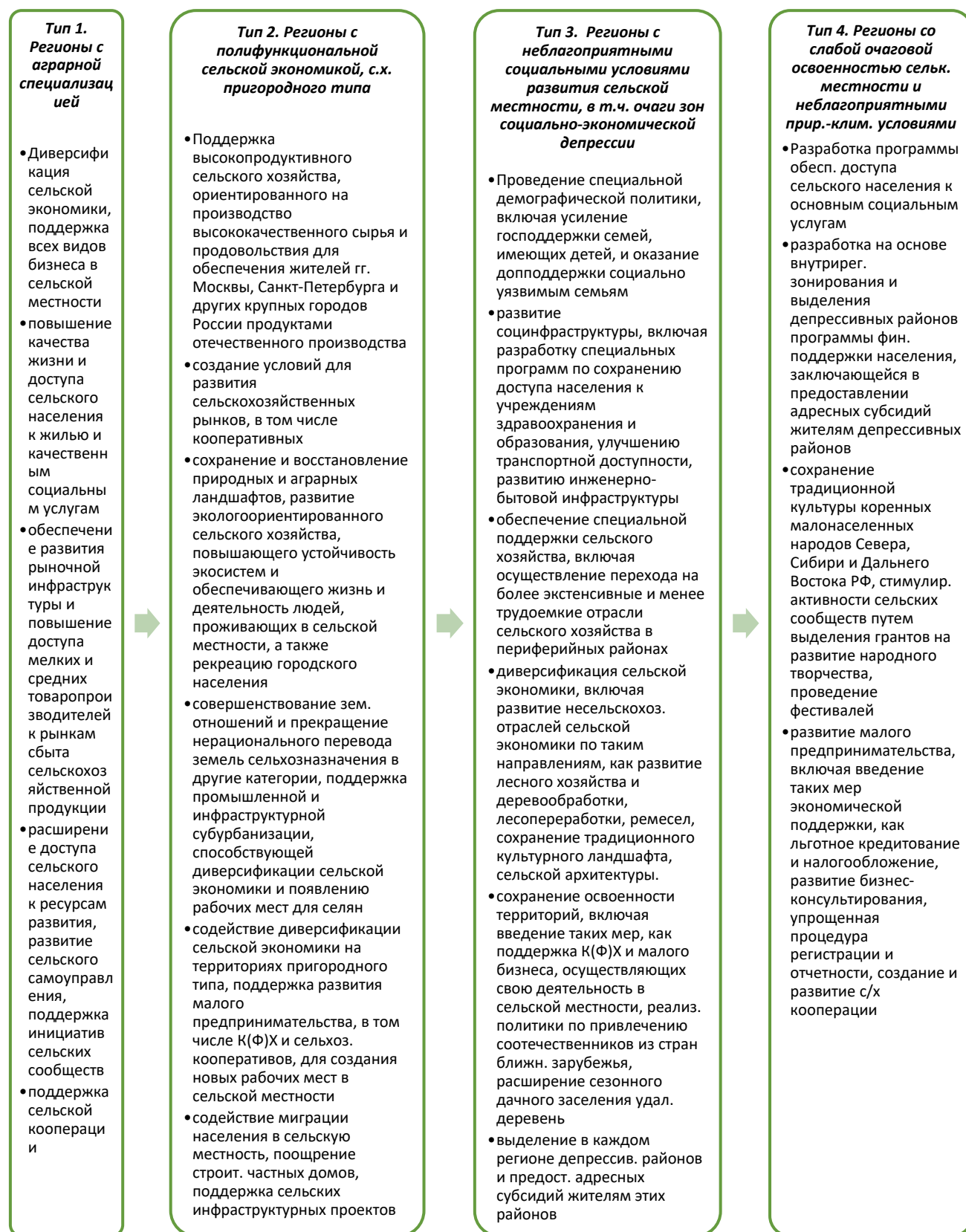


Рис. 1. Типологизация и меры, направленные на развитие сельской экономики и повышение уровня жизни сельского населения (систематизировано автором по [5])

Также за исследуемый период отмечен дисбаланс при территориальном размещении. Освоенность, благоприятные, прежде всего природно-климатические, условия, соответствующий уровень социально-экономического, инфраструктурного развития территорий выступают привлекательными факторами для закрепления населения в сельских территориях. Аналитические данные общероссийской динамики в разрезе федеральных округов указывают на следующее [3; 6] (рис. 2, 3).

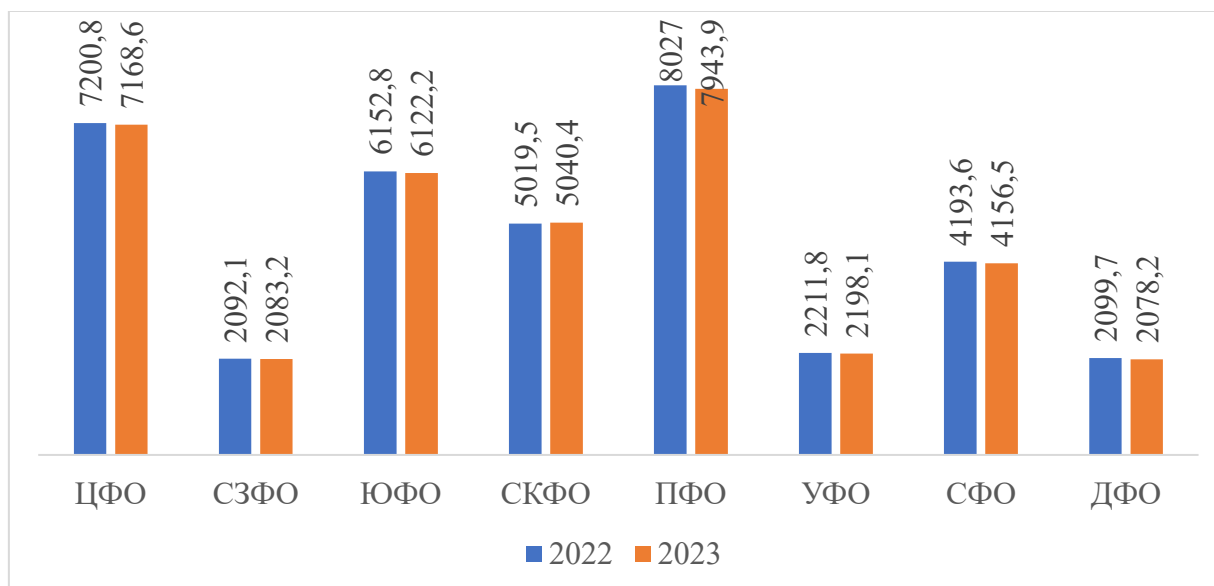


Рис. 2. Динамика распределения численности сельского населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации в 2022, 2023 гг., тыс. чел. [6]

Наблюдается отрицательная динамика во всех федеральных округах в 2023 г. по сравнению с 2022 г., за исключением СКФО (+ 20,9 тыс. чел.):

- ПФО (-83 тыс. чел.),
- СФО (-37,1 тыс. чел.),
- ЦФО (-32,2 тыс. чел.),
- ЮФО (-30,6 тыс. чел.),
- ДФО (-21,5 тыс. чел.),
- УФО (-13,7 тыс. чел.),
- СЗФО (-8,9 тыс. чел.).

По экспертной оценке Научного центра изучения проблем сельских территорий, положительная динамика показателя обеспечена за счет существенного естественного прироста населения (незавершенного демографического перехода населения [3]).

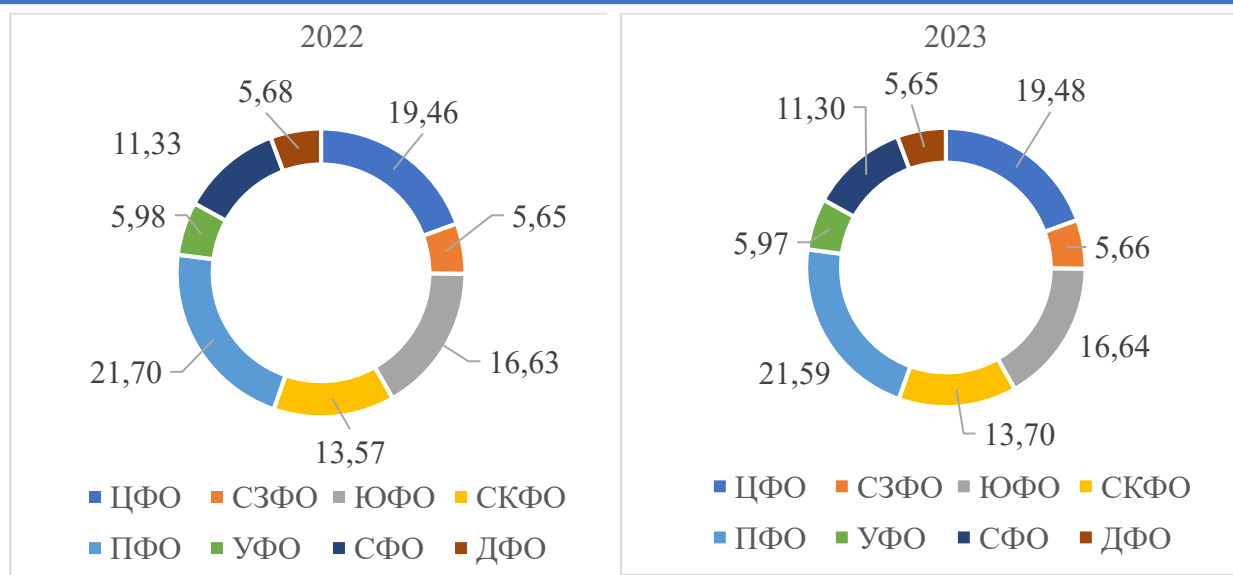


Рис. 3. Структурное распределение сельского населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации в 2022, 2023 гг., % [6]

В структуре данных за 2022 г. отмечена следующая статистика структурного распределения сельского населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации:

- ЦФО – 19,46% (↑ +0,02% в 2023 г.),
- СЗФО – 5,65% (↑ +0,01% в 2023 г.),
- ЮФО – 16,63% (↑ +0,01% в 2023 г.),
- СКФО – 13,56% (↑ +0,13% в 2023 г.),
- ПФО – 21,69% (↓ -0,1% в 2023 г.),
- УФО – 5,98% (↓ -0,004% в 2023 г.),
- СФО – 11,33% (↓ -0,04% в 2023 г.),
- ДФО – 5,68% (↓ -0,03% в 2023 г.).

Современная реальность такова, что сельские территории не являются центром интереса населения в целях постоянного проживания. Это особенно характерно для сельских территорий регионов третьего и четвертого типов. Зачастую миграция населения из села в город обусловлена неудовлетворенностью инфраструктурной и институциональной средой, что усиливается в отдаленных от города территориях и особенно относится к молодежи, ее стремлению к более высоким доходам, доступности мест досуга, возможности реализовать свои амбиции, получению желаемого образования.

С целью повышения привлекательности сельских территорий для постоянного проживания необходимо обеспечивать устойчивое развитие села, вырабатывать механизмы, направленные на укрепление его социально-экономической сферы, инфраструктурной и институциональной среды, формировать условия, способствующие повышению качества жизни. С

позиции государственного значения основными направлениями обеспечения развития социальной инфраструктуры являются (рис. 4).

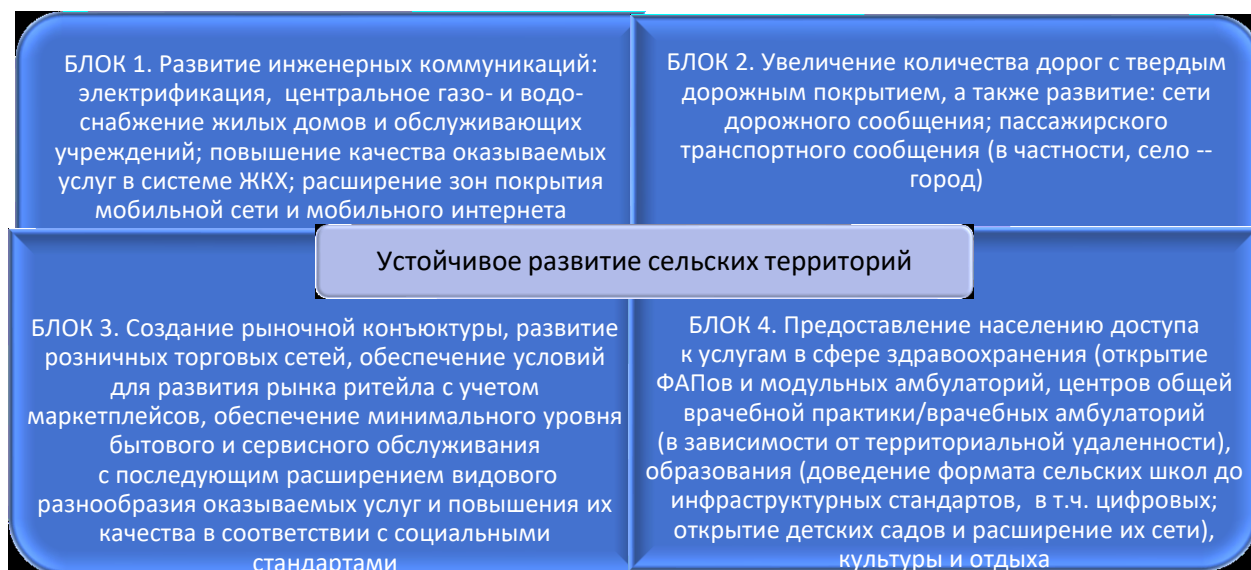


Рис. 4. Матрица перечневых направлений устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры

Отметим, что нарастание объемов указанных мероприятий расширяется в зависимости от типа сельских территорий. Если для первого типа «регионы с аграрной специализацией» и второго типа «регионы с полифункциональной сельской экономикой, сельское хозяйство пригородного типа» социальная инфраструктура исторически сформирована и поддерживается на соответствующем уровне (что прослеживается в ряде регионов ЦФО, ЮФО, СКФО, УФО, ПФО), то для сельских территорий третьего и тем более четвертого типа наблюдаются явные диспропорции, что особенно характерно для удаленных северных территорий. Практически по всем указанным направлениям необходимо проводить колоссальную работу, направленную на развитие социальной инфраструктуры и в целях обеспечения устойчивого развития сельских территорий.

### Заключение

Развитие инфраструктурных возможностей, совершенствование подходов к их организации выступают определяющим вектором управленческих решений для государственных и муниципальных органов власти. Рассмотрим основные составляющие элементы схемы по совершенствованию социальной инфраструктуры сельских территорий на примере блока 1 матрицы перечневых направлений устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры (рис. 5).

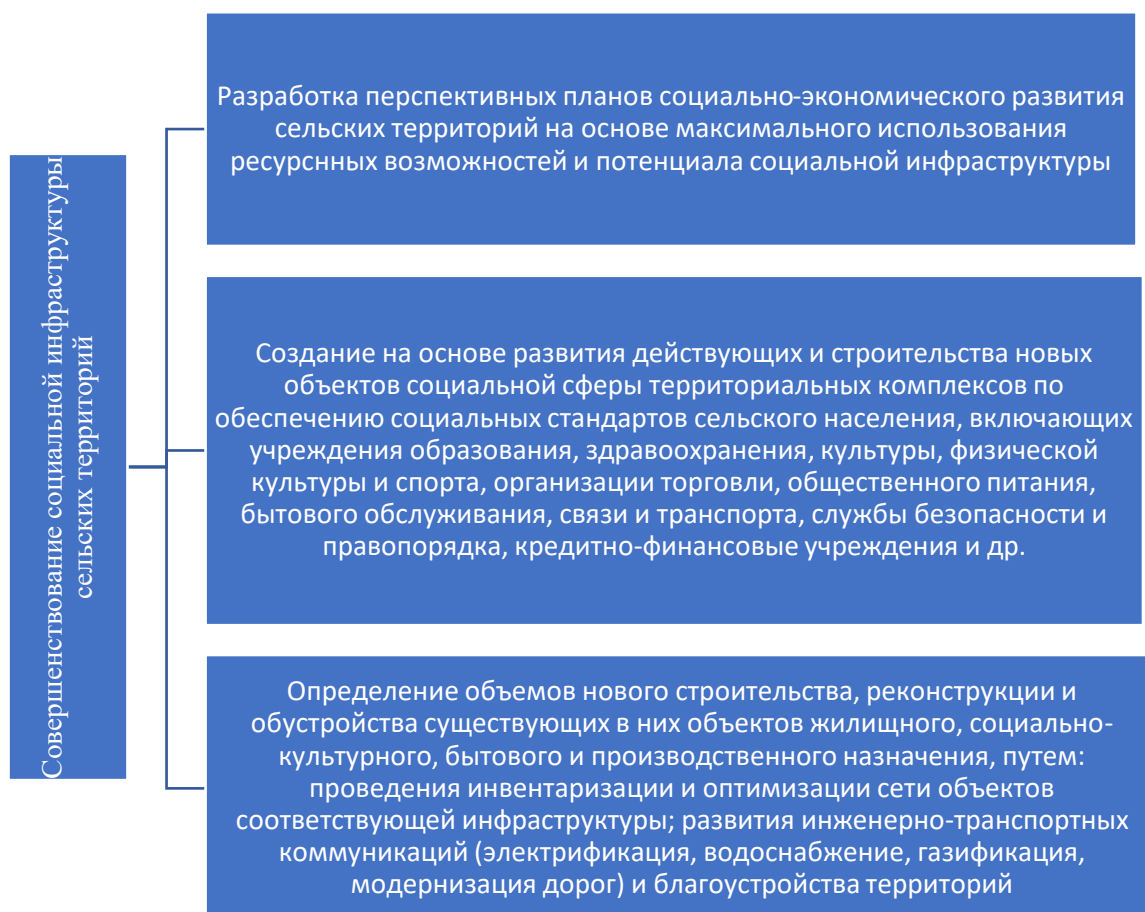


Рис. 5. Схема совершенствования социальной инфраструктуры сельских территорий (блок 1)

Достижение указанных параметров схемы (на примере блока 1 матрицы перечневых направлений устойчивого развития сельских территорий в контексте развития социальной инфраструктуры) с учетом утвержденной в Стратегии типологизации сельских территорий будет в значительной степени способствовать развитию их инфраструктурной среды, что, в свою очередь, нивелирует степень сельского расселения, обеспечив доступность жителей села объектами социальной инфраструктуры и повысив качество жизни. Это положительно повлияет на демографическую ситуацию и снизит отток населения из села в город.

#### Список источников

1. Бондарева Г.С., Бондарев Н.С. Обеспечение населения регионов Сибири продовольствием: теория и методология : монография. Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2019. 340 с.

2. Гаврильева Т.Н., Мыреев А.Н. Типологизация сельских населенных пунктов Республики Саха (Якутия) по уровню социально-экономического развития // Экономика Востока России. 2014. № 1(1). С. 34–41
3. Доклад о результатах проведенного мониторинга состояния социально-экономического развития сельских территорий в 2023 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/b0b/pw8tnifok6w7wlvptffuib1l0nlmuj0c.pdf> (дата обращения: 04.11.2024)
4. Наумов А.С., Рубанов И.Н., Аблязина Н.Х. Новые подходы к типологии сельских территорий России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2021. №4. URL: <https://publications.hse.ru/articles/503718286> (дата обращения: 05.11.2024).
5. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства России от 02.02.2015 №151-р (ред. от 13.01.2017). URL: <https://docs.cntd.ru/document/420251273> (дата обращения: 04.11.2024)
6. Статистическая информация о социально-экономическом развитии сельских территорий Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики [Офиц. сайт]. URL : <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sel-terr.html> (дата обращения: 04.11.2024).
7. Тетерин Н.И. Управление инновационным развитием региона аграрно-индустриального типа в условиях неравновесной экономики : автореф. ... д-ра экон. наук. Саратов, 2011. 44 с
8. Типологизация сельских территорий на основе диверсификации экономики : монография / Тарасов А.Н., Антонова Н.И. и др. Ростов н/Д: ФГБНУ ВНИИЭиН, Изд-во «АзовПечать», 2016. 140 с.
9. Устойчивое развитие сельских территорий Алтайского края: социально-экономические и пространственные аспекты : моногр. / кол. авторов ; науч. ред. А.Я. Троцковский. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013. 330 с
10. Фетисов Д.М., Комарова Т.М., Калинина И.В. Типология сельско-городской местности юга Дальнего Востока России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 5. С. 676–686.



**УДК 574 : 502****ЕДН PFGDCP****ТЕРИОФАУНА ФОРМИРУЮЩЕГОСЯ БИОГЕОЦЕНОЗА ТЕХНОГЕННО-СПЛАНИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗОЛОШЛАКООТВАЛА**

**Витязь Светлана Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры<sup>1</sup>

**Поляков Александр Дмитриевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоотехнии<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** В работе представлены результаты изучения териофауны формирующегося биогеоценоза техногенно-спланированного ландшафта. Целью исследования является изучение видового состава териофауны формирующегося биогеоценоза на территории золошлакоотвала №2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» по показателям видового разнообразия, обилия, степени доминантности и принадлежности к трофической группе. В ходе исследования установлено, что территория формирующегося биогеоценоза техногенно-спланированного ландшафта представляет собой прибрежно-водный экотонный комплекс, находящийся в процессе активного формирования. Основу флористического разнообразия составляют травянистые виды. Экотонный характер территории благоприятно отражается на биоразнообразии териофауны, которая представлена одиннадцатью видами млекопитающих из трех отрядов, четырех семейств. Обнаруженные виды млекопитающих не относятся к особо охраняемым на территории Кемеровской области – Кузбасса и Кемеровского муниципального округа. На территории золоотвала наиболее благоприятны условия для обитания мелких млекопитающих (8 видов). Из крупных млекопитающих на территории зафиксированы заяц-беляк и ондатра. Видами-доминантами исследуемого формирующегося биогеоценоза выступают представители териофауны, такие как мышь полевая, мышь домовая и полевка обыкновенная. Остальные виды млекопитающих относятся к категории второстепенных и третьестепенных. Преобладают представители отряда

Грызунов со смешанным типом питания. Насекомоядные животные малочисленны.

**Ключевые слова:** териофауна, видовое разнообразие, золошлакоотвал, техногенно-спланированный ландшафт, восстановительная сукцессия, обилие, трофическая группа, экотон.

## THERIOFAUNA OF THE FORMING BIOGEOCENOSIS OF THE TECHNOGENICALLY PLANNED TERRITORY OF ASH AND SLAG DUMP

**Vityaz Svetlana N.**, PhD in Biology, Associate Professor, Head of the Department of Landscape Architecture<sup>1</sup>

**Polyakov Aleksandr D.**, PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Animal Science<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** The paper presents the results of studying the theriofauna of the forming biogeocenosis of the technogenically planned landscape. The aim of the study is to investigate the species composition of the theriofauna of the forming biogeocenosis on the territory of ash and slag disposal site No. 2 of JSC Novo-Kemerovskaya TPP in terms of species diversity, abundance, degree of dominance and belonging to a trophic group. The study established that the territory of the forming biogeocenosis of the technogenically planned landscape is a coastal-aquatic ecotone complex that is in the process of active formation. The basis of floristic diversity is made up of herbaceous species. The ecotone nature of the territory has a favorable effect on the biodiversity of the theriofauna, which is represented by eleven species of mammals from three orders and four families. The discovered mammal species are not included in the specially protected ones on the territory of the Kemerovo Region-Kuzbass and the Kemerovo Municipal District. The ash dump area has the most favorable conditions for small mammals (8 species). Of the large mammals, the mountain hare and muskrat have been recorded in the area. The dominant species of the emerging biogeocenosis under study are representatives of the theriofauna, such as the field mouse, house mouse and common vole. The remaining mammal species are secondary and tertiary. Representatives of the Rodents order with a mixed diet predominate. Insectivorous animals are few in number.

**Keywords:** theriofauna, species diversity, ash dump, man-made landscape, restorative succession, abundance, trophic group, ecotone.

## **Введение**

Современные ландшафты формируются при активном участии человека. За последние сотни лет в ходе антропогенной деятельности преобразованы значительные пространства суши. Развитие промышленности приводит к трансформации природных экосистем и широкому распространению в разной степени нарушенных ландшафтов [1–2], которые, согласно современным исследованиям, в той или иной степени могут осваиваться млекопитающими [3]. Это в свою очередь отражается на изменении их видового состава и соотношении экологических групп [4]. Техногенно-нарушенные ландшафты после рекультивации являются динамично развивающимися системами, находящимися под влиянием природных и антропогенных факторов [5]. Поскольку млекопитающие оперативно реагируют на изменения окружающей среды и вследствие своей широкой экологической пластичности образуют временные связи с элементами техногенно-спланированных ландшафтов, то изучение их видового разнообразия, структуры и динамики в условиях восстановительной сукцессии является актуальным и информативным для составления прогноза дальнейшего развития антропогенно-преобразованного ландшафта.

## **Материалы и методы**

В весенне-летний период 2024 г. проводилось натурное обследование и изучался видовой состав териофауны на территории расположения золошлакоотвала АО «Ново-Кемеровской ТЭЦ».

Цель исследования – изучение видового состава териофауны формирующегося биогеоценоза техногенно-спланированной территории золошлакоотвала №2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» по показателям видового разнообразия, обилия, степени доминантности и принадлежности к трофической группе.

В ходе исследования на обследуемой территории были заложены маршруты, проходящие по наиболее типичным местообитаниям разных групп млекопитающих. Учет мелких млекопитающих на стационарных площадках проводился с помощью ловчих канавок (траншея шириной и глубиной 20–25 см, в дно которой вкапывались конусы высотой не менее 70 см), а в заболоченных местах – линиями из плашек-давилок. Обход ловчих канавок и плашек-давилок проводился ежедневно в первой половине дня. Продолжительность работы ловчих канавок и плашек-давилок составляла 10 суток. Конусы и ловушки-давилки размещались на расстоянии 5 метров друг от друга. А общая длина

каждой учетной линии в среднем 50 метров. Нами использовался индекс попадаемости, или количество зверьков, добытых на 100 ловушко-суток. Учет позволил получить достоверные показатели видового состава, динамику численности и сравнительную оценку населения мелких млекопитающих различных биотопов [6–9].

Для качественной и количественной характеристики млекопитающих в данном исследовании использовались такие показатели, как «плотность / обилие», «доля участия», «трофическая группа». По показателям плотности млекопитающие разделялись на многочисленных, обычных, редких, а по доле участия – на доминантов (степень доминирования свыше 10%), второстепенных (доля участия от 1 до 9%) и третьестепенных (доля участия от 0,1 до 0,9%) [10–11].

### **Результаты**

Исследуемая территория золошлакоотвала № 2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» – подвергшийся антропогенной трансформации ландшафт – представляет собой территорию, находящуюся в сукцессионной стадии. Отсутствие азойных (лишенных растительности) участков свидетельствует о формировании вторичной сукцессии, основу которой составляет разнотравно-злаковая луговая растительность с огромным влиянием космополитных и рудеральных видов, которые обладают высокой экологической пластичностью.

Исследуемая территория носит экотонный характер [12–13], поскольку находится на левой пойменной террасе реки Томи в пределах городской черты в водоохранной зоне и прибрежной полосе реки Томи. С юго-западной стороны к исследуемой территории примыкают земли населенного пункта (поселок Улус-Мозжуха). Территория находится на стыке акватории реки Томи и двух фитоценозов: пойменного луга и смешанного леса. Это определяет смешанный характер местной фауны, которая состоит как из видов, предпочитающих исключительно лесные места обитания, мозаику лесных и луговых биотопов, так и исключительно заселяющих открытые (луга, пустоши, поля) пространства (рис. 1).



Рис. 1. Исследуемая техногенно-спланированная территория золошлакоотвала №2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ»

Видовое разнообразие млекопитающих во многом определяется сезонными условиями существования. Изучение видового разнообразия проводилось в весенне-летний период. В натурных обследованиях на учетном маршруте района исследований зафиксированы следующие виды: Бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*), Кутора обыкновенная (*Neomys fodiens*), Полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), Полевка-экономка (*Microtus oeconomus*), Полевка рыжая (*Myodes glareolus*), Полевка красная (*Myodes rutilus*), Мышь полевая (*Apodemus agrarius*), Мышь домовая (*Mus musculus*), Крыса серая (*Rattus norvegicus*), Заяц-беляк (*Lepus timidus*), Ондатра (*Ondatra zibethicus*).

Следует отметить, что обнаруженные виды не относятся к особо охраняемым на территории Кемеровской области – Кузбасса и Кемеровского муниципального округа [14]. Конспект териофауны исследуемой территории



представлен одиннадцатью видами животных из 3 отрядов и 4 семейств (табл. 1).

Таблица 1

Головной спектр отрядов териофауны территории золошлакоотвала  
№2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ»

№	Семейства	Число видов	% от териофауны
Отряд Насекомоядные ( <i>Eulipotyphla</i> )			
1	Землеройковые ( <i>Soricidae</i> )	2	20
Отряд Грызуны ( <i>Rodentia</i> )			
1	Хомяковые ( <i>Cricetidae</i> )	5	10
2	Мышиные ( <i>Muridae</i> )	3	60
Отряд Зайцеобразные ( <i>Lagomorpha</i> )			
1	Зайцевые ( <i>Leporidae</i> )	1	10

Анализ частоты встречаемости млекопитающих показал, что на территории золоотвала наиболее благоприятны условия для обитания мелких млекопитающих, таких как полевка обыкновенная, мышь полевая, мышь домовая, полевка рыжая, полевка-экономка, крыса серая, кутора обыкновенная. Из крупных млекопитающих на территории зафиксированы заяц-беляк и ондатра (табл. 2).

Таким образом, среди доминантов данной территории следует отметить мышь полевую, мышь домовую и полевку обыкновенную, которые являются фоновыми на всех биотопах исследуемой территории.

Анализ принадлежности млекопитающих к трофическим группам показал, что на территории золошлакоотвала № 2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» преобладают представители отряда Грызунов со смешанным типом питания. Крыса серая, знакомая нам как типичный синантроп, в силу своей экологической пластичности в летний период покидает жилища человека соседнего поселения и поселяется на границе золоотвала и берега реки Томи. Насекомоядные животные малочисленны.

В то же время зона покоя, в силу закрытости объекта, представляет благоприятные условия для обитания зайца-беляка, который совершенно не боится человека. Окраины отвала с ровной поверхностью дают ему возможность беспрепятственно перемещаться по безводной поверхности от одного кормового участка к другому, находящихся на границе.



Таблица 2

Плотность (обилие) млекопитающих на территории золошлакоотвала  
№ 2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ»

№ п/п	Видовая принадлежность	Количество особей на км <sup>2</sup>
1	Бурозубка обыкновенная ( <i>Sorex araneus</i> ),	1
2	Кутора обыкновенная ( <i>Neomys fodiens</i> )	3
3	Полевка обыкновенная ( <i>Microtus arvalis</i> )	10
4	Полевка-экономка ( <i>Microtus oeconomus</i> )	5
5	Полевка рыжая ( <i>Myodes glareolus</i> )	5
6	Полевка красная ( <i>Myodes rutilus</i> )	1
7	Мышь полевая ( <i>Apodemus agrarius</i> )	10
8	Мышь домовая ( <i>Mus musculus</i> )	10
9	Крыса серая ( <i>Rattus norvegicus</i> )	5
10	Ондатра или мускусная крыса ( <i>Ondatra zibethicus</i> )	3
11	Заяц-беляк ( <i>Lepus timidus</i> )	2

Следовательно, формирующийся биогеоценоз на техногенно-спланированном ландшафте является оптимальной средой обитания млекопитающих со смешанным типом питания, поскольку скудный островной характер растительности не позволяет полностью удовлетворить пищевые потребности растительно- и насекомоядных видов.

Довольно существенное влияние на состав местной териофауны оказывает нахождение населенного пункта окрестностей г. Кемерово и с. Улус-Мозжуха, которые являются местом обитания как синантропных, так и некоторых групп диких животных.

### Заключение

На основании проведенного обследования текущего состояния территории золошлакоотвала, выявлено, что техногенно-спланированная территория золошлакоотвала №2 АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» находится на стыке следующих фитоценозов: пойменного луга, смешанного леса. Это определяет и смешанный характер местной териофауны, которая состоит как из видов, предпочитающих исключительно лесные места обитания, мозаику лесных и луговых биотопов, так и совершенно открытые пространства. Териофауна территории формирующегося биогеоценоза представлена 11

видами млекопитающих из трех отрядов и четырех семейств. Видами-доминантами выступают Полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), Мышь полевая (*Apodemus agrarius*) и Мышь домовая (*Mus musculus*). Остальные виды млекопитающих относятся к категории второстепенных и третьестепенных. Большая часть млекопитающих территории относится к отряду Грызунов – животным со смешанным типом питания (7 видов). Насекомо- и травоядные животные малочисленны.

Следует отметить, что данная территория является потенциально важным элементом в системе антропогенно-трансформированных ландшафтов как центральное ядро восстановления и сохранения биологических объектов. Экотонный характер территории оказывает благоприятное влияние на видовое разнообразие терифауны.

#### Список источников

1. Экологические проблемы золошлакоотвала Благовещенской ТЭЦ / С. М. Радомский, А. Ф. Миронюк, В. И. Радомская, А. А. Лукичев // Экология и промышленность России. 2004. № 3. С. 28–31.
2. Никифоров А.А., Миронова С.И. Техногенная трансформация ландшафтов западной Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2016. №2 (82).
3. Вольперт Я.Л. Млекопитающие в условиях техногенного ландшафта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8-1. С. 31–33.
4. Макаров А. В. Характеристика населения мелких млекопитающих в антропогенных ландшафтах окрестностей Бийска (Алтайский край) // Молодой ученый. 2011. Т. 1, № 3 (26). С. 110–120. URL: <https://moluch.ru/archive/26/2778/> (дата обращения: 03.12.2024).
5. Васильев С.Б., Родин А.Р. Теоретические и практические аспекты рекультивации техногенных ландшафтов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-i-prakticheskie-aspekty-rekultivatsii-tehnogennyh-landshaftov> (дата обращения: 30.09.2024).
6. Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. Москва, 1955. Вып. 9. С. 179–202.
7. Попов В.А. О стандартизации методики учета мышевидных грызунов и мелких млекопитающих // Фауна и экология грызунов. Москва: Издательство МГУ, 1967. Вып. 8. С. 197–202.

8. Шефтель Б.И. Методы учета численности мелких млекопитающих // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (3). P. 1–21.
9. Бобрецов А. В. Методы учета численности мелких млекопитающих: их особенности и эффективность // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. 2021. № 28.
10. Макаров А. В. Характеристика населения мелких млекопитающих в антропогенных ландшафтах окрестностей Бийска (Алтайский край) // Молодой ученый. 2011. Т. 1, № 3 (26). С. 110–120. URL: <https://moluch.ru/archive/26/2778/> / (дата обращения: 03.12.2024).
11. Кузякин А. П. Зоогеография СССР // Учёные зап. Московского областного педагогического института им. Н. К. Крупской. 1962. Т. 109, вып. 1. Биогеография. С. 3–182.
12. Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экотонный эффект: отражение в синтаксономии (на примере лесов Южного Урала) // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: мат-лы науч. конф. - Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2005. С. 20–22.
13. Неронов В. В. Развитие концепции экотонов и их роль в сохранении биологического разнообразия // Успехи современной биологии. 2001. Т. 121, №4. С. 323–336.
14. Красная книга Кузбасса. Т. II. 3-е изд., перераб. и доп. Кемерово: ВЕКТОР-ПРИНТ, 2021. 232. с.

УДК 504.7

ЕДН LPMTGS



## СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Колосова Марина Михайловна**, кандидат химических наук, доцент<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого,  
г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** Загрязнение окружающей среды антропогенными выбросами к началу XXI века достигло угрожающих масштабов. Повышение глобальной температуры, следствием которого являются опасные природные явления последнего времени, вызваны накоплением в атмосфере парниковых газов. Необходимость радикального снижения уровня выбросов климатически активных газов признана на международном уровне.

Результатом осмысления деятельности по сохранению и защите экологической среды в Российской Федерации стал комплекс мер, регламентированный международными актами, действующими в сфере борьбы с изменением климата, и Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов». Этот закон можно считать ключевым звеном нормативно-правовой основы в Российской Федерации по достижению баланса (не позднее 2060 г.) между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением с учетом национальных интересов и приоритетов социально-экономического развития Российской Федерации. За три года с момента вступления в действие закона № 296-ФЗ, несмотря на беспрецедентные санкции, которым подверглась наша страна, удалось начать реализацию основных мероприятий по ограничению выбросов парниковых газов согласно закону № 296-ФЗ.

Организована система государственного учета выбросов парниковых газов. Установлены целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов в Российской Федерации на кратко- и долгосрочную перспективы с учетом международных обязательств, но исходя из национальных приоритетов. Создана федеральная сеть мониторинга поглощения углерода лесными и иными наземными экосистемами, вошедшая в систему

климатического мониторинга и прогнозирования изменений климата. Реализуются крупные климатические проекты, направленные на декарбонизацию промышленных выбросов и депонирование CO<sub>2</sub> природными экосистемами. Начал функционировать рынок углеродных единиц. Апробация основных мер по ограничению выбросов парниковых газов, согласно закону № 296-ФЗ, в Сахалинской области позволяет выявить «узкие места», найти оптимальные решения возникающих проблем для успешного достижения долгосрочной цели – баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением с учетом национальных интересов Российской Федерации.

**Ключевые слова:** парниковые газы, нормативно-правовая база климатической политики, углеродное регулирование, мониторинг и прогнозирование климатических рисков, климатические проекты, Сахалинский эксперимент.

## THE SYSTEM OF PROTECTION AGAINST THE CONSEQUENCES OF ENVIRONMENTAL RISKS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Kolossova Marina M.**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** By the beginning of the 21st century, environmental pollution from anthropogenic emissions had reached alarming proportions. The increase in global temperature, which has led to recent natural hazards, is caused by the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere. The need to radically reduce emissions of climatically active gases is recognized internationally.

The result of understanding the activities for the preservation and protection of the ecological environment in the Russian Federation was a set of measures regulated by international acts in force in the field of combating climate change, and Federal Law No. 296-FZ dated 07/02/2021 "On Limiting Greenhouse Gas Emissions". This law can be considered a key link in the regulatory framework in the Russian Federation to achieve a balance (no later than 2060) between anthropogenic greenhouse gas emissions and their absorption, taking into account national interests and priorities of socio-economic development of the Russian Federation. In the three years since the entry into force of Law No. 296-FZ, despite the unprecedented sanctions to which our country has been subjected, it has been

possible to begin implementing basic measures to limit greenhouse gas emissions in accordance with Law No. 296-FZ.

The system of state accounting of greenhouse gas emissions has been organized. Targets have been set for reducing greenhouse gas emissions in the Russian Federation for the short and long term, taking into account international obligations, but based on national priorities. A federal network for monitoring carbon uptake by forest and other terrestrial ecosystems has been established, which is part of the climate monitoring and forecasting system for climate change. Major climate projects are being implemented aimed at decarbonizing industrial emissions and depositing CO<sub>2</sub> by natural ecosystems. The carbon unit market has started to function. The approbation of the main measures to limit greenhouse gas emissions, according to Law No. 296-FZ, in the Sakhalin Region makes it possible to identify "bottlenecks" and find optimal solutions to emerging problems in order to successfully achieve the long-term goal of a balance between anthropogenic greenhouse gas emissions and their absorption, taking into account the national interests of the Russian Federation.

**Keywords:** greenhouse gases, regulatory framework of climate policy, carbon regulation, monitoring and forecasting of climate risks, climate projects, Sakhalin experiment.

### **Введение**

Ураганы и наводнения, засухи и лесные пожары, таяние вечной мерзлоты – эти и другие опасные природные явления – следствия изменения климата, которые в настоящее время принято связывать с глобальным повышением температуры и вызванным увеличением содержания парниковых газов в атмосфере Земли.

Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» (ФЗ №296-ФЗ), определяющий перечень условий для устойчивого и сбалансированного развития экономики России при снижении уровня выбросов парниковых газов (ПГ), вступил в силу с начала 2022 года [1]. Этот закон явился ключевым документом в нормативно-правовой базе по формирующемуся в России углеродному регулированию и стал результатом развития регламентированной международными актами деятельности в сфере борьбы с изменением климата.

Основополагающие международные акты (протоколы, соглашения), направленные на предотвращение последствий климатических рисков, были приняты с 1992 по 2015 г. На саммите в Рио-де-Жанейро в 1992 г. страны-



участницы признали влияние парниковых газов на глобальное изменение климата, следствием этого явилась Рамочная конвенция ООН об изменении климата. Киотским протоколом в 1997 г. были установлены для развитых стран ограничения на выбросы парниковых газов (ПГ): диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). За основу брались показатели уровня выбросов 1990 г. [2]. Определение ПГ дано в федеральном законе № 296: «Парниковые газы – газообразные вещества природного или антропогенного происхождения, которые поглощают или переизлучают инфракрасное излучение».

В целях реализации Парижского соглашения, заключенного в 2015 г. [3], был издан Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов», в котором назван комплекс мер по обеспечению к 2030 г. сокращения выбросов парниковых газов до 70% относительно 1990 г., а также по созданию условий для реализации мер по сокращению, предотвращению выбросов парниковых газов и по увеличению поглощения таких газов [4].

С начала 2000-х гг. в нашей стране началось целенаправленное формирование нормативно-правовой базы для реализации проекта интенсивного социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов. Были приняты федеральные законы о концессионных соглашениях и государственно-частном партнерстве [5; 6], утверждены Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации и Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов [7; 8].

Целью проведенного исследования стали анализ и оценка комплекса мер по углеродному регулированию согласно нормативно-правовым актам и, в первую очередь, Федеральному закону от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

### **Материалы и методы**

Объектом исследования стало развитие нормативно-правовой базы по реализации стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с учетом планомерного снижения уровня выбросов парниковых газов до 2050 года. Предметом исследования явились первые результаты

реализации комплекса мер по углеродному регулированию в соответствии с Федеральным законом № 296-ФЗ, вступившим в силу с начала 2022 года.

В основе исследования – анализ нормативно-правовых актов (международных и внутренних), научных публикаций, тематических информационных порталов.

### **Результаты**

Основными мерами по ограничению выбросов парниковых газов в РФ согласно ФЗ № 296-ФЗ стали:

- организация государственного учета выбросов парниковых газов;
- установление целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов;
- создание условий для реализации климатических проектов в регионах;
- формирование системы торговли углеродными единицами.

С целью развития нормативно-правового обеспечения деятельности по углеродному регулированию были утверждены распоряжения Правительства РФ:

- цели и основные направления устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации (14.07.2021) [9];

- стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (29.10.2021) [10]. Среди обозначенных последним документом целей – достижение углеродной нейтральности при устойчивом росте экономики. Как следует из данного документа, достижение углеродной нейтральности в России станет возможным не позднее 2060 года. В стратегии расписаны два сценария – инерционный и интенсивный (целевой), который стал базовым (рис. 1; источник данных – Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.).

Для достижения целевых показателей (рис. 1) общий объем инвестиций, направленных на снижение выбросов парниковых газов, должен составить до 1% валового внутреннего продукта до 2030 г. включительно и до 1,5-2% ВВП за 2031–2050 гг. [10].

Постановлением Правительства РФ от 14.03.2022 № 355 [11] установлены критерии отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям, которые обязаны

предоставлять ежегодно отчеты об объемах выбросов парниковых газов. А приказом Министерства природных ресурсов и экологии от 27.05.2022 № 371 утверждена Методика количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов [12].

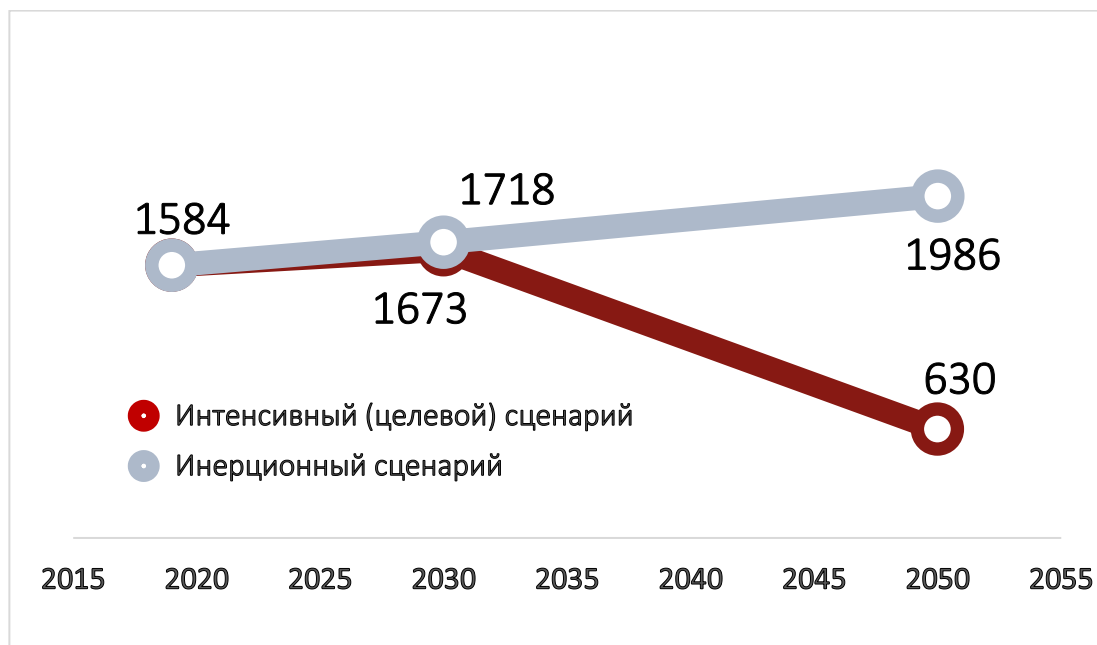


Рис. 1. Нетто-выбросы<sup>1</sup> парниковых газов в Российской Федерации, млн. т CO<sub>2</sub> эквивалента

Согласно методике, при массе выбросов парниковых газов регулируемой организации от 150 тыс. т CO<sub>2</sub> в год и более отчеты должны быть представлены за 2022 и 2023 гг., то есть до 01.01.2024 г., а если от 50 тыс. т CO<sub>2</sub> в год и более, то – ежегодно, начиная с 01.01.2024 г.

Организации, относящиеся к регулируемым, предоставляют свои отчеты в электронном виде через Интернет в Министерство экономического развития РФ путем заполнения формы отчета в реестре выбросов парниковых газов. Оценка достоверности сведений осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.

Благодаря установленным нормативно-правовой базой нормам и условиям стало возможным запускать инвестиционные проекты, предметом которых являются:

- разработка, создание и ввод в эксплуатацию ГИС-регистра выбросов парниковых газов;
- разработка, создание и эксплуатация реестра углеродных единиц;

<sup>1</sup> Нетто-выбросы – выбросы за вычетом поглощения

- разработка, создание и эксплуатация интеллектуальной системы контроля, учета и мониторинга в режиме реального времени антропогенных выбросов CO<sub>2</sub>;
- разработка, создание и эксплуатация установок, улавливающих CO<sub>2</sub> на ТЭЦ, в обрабатывающей промышленности и сельском хозяйстве;
- разработка, создание и эксплуатация инфраструктуры для транспортировки и хранения CO<sub>2</sub>.

По мнению авторов [13], государственно-частное партнерство (ГЧП) сегодня является одним из наиболее эффективных инструментов взаимодействия, направленных на решение проблемы оперативно масштабируемого запуска климатических проектов по снижению углеродного следа.

В конце 2024 г. завершается первый этап создания системы климатического мониторинга, которая должна обеспечить государство, бизнес и граждан объективными данными об изменении климата и его последствиях, оценить уровень выбросов и поглощений парниковых газов для экологической трансформации отраслей экономики.

В Указе о национальных целях развития до 2030 г. реализация важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ) – «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», который курирует Минэкономразвития, – включена в перечень ключевых задач. В рамках этого Проекта сформирован консорциум, представляющий собой объединение из 20 научных центров, 3 университетов и одного производственного объединения [14].

Участники научного консорциума «РИТМ углерода» на первом этапе проекта по Российской системе климатического мониторинга создали сеть из 105 площадок мониторинга эмиссии двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) из почв. Площадки мониторинга почвенного дыхания расположены в различных природно-климатических зонах и экосистемах, в том числе в степях и тундрах. Наблюдения на них ведутся по единому методологическому подходу, в основе которого – камеральный метод исследования [15].

По итогам первого этапа реализации ВИП ГЗ в Национальном кадастре парниковых газов, информацию для которого собирать и обобщать поручено Росгидромету:

- уточнено 22 коэффициента расчета выбросов парниковых газов на территории России, что определяет релевантность 28% от совокупных выбросов парниковых газов [16];
- создана система климатического мониторинга и прогнозирования изменений климата (точность описания углеродного цикла повысилась на 20–70%);
- организована сеть мониторинга поглощений углерода лесными и иными наземными экосистемами, которая к 2030 г. будет включать 1317 тестовых полигонов для наблюдений (на первом этапе проекта (2023 и 2024 гг.) уже действуют 254 тестовых полигона) [17.]

На втором этапе в 2025–2030 гг. планируются создание цифровых ресурсов, совершенствование методической базы и международное продвижение результатов проекта. Это пример эффективных государственных инвестиций, которые позволят российской экономике сэкономить около 4,5 триллиона рублей при общей стоимости проекта в 13 миллиардов рублей. Развитие проекта становится возможным, в том числе, благодаря поддержке промышленных партнеров, значительная часть из которых является членами Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), включая «Сибур», «Газпромнефть», «ЕвроХим», «Уралхим», ТМК и другие [14; 17].

Федеральный закон № 296-ФЗ, по мнению С. Л. Ситникова, создал в России прямую возможность реализовывать климатические проекты, в том числе мероприятия, обеспечивающие сокращение (предотвращение) выбросов парниковых газов или увеличение их поглощения, а также торговать углеродными единицами, образующимися в результате таких проектов [18].

Одним из ключевых элементов рынка углеродных единиц является специальный реестр, где непосредственно происходят регистрация и учет климатических проектов, а также выпуск в обращение углеродных единиц от реализованных компаниями климатических проектов. Система работает в связке с российским реестром выбросов парниковых газов и кадастром парниковых газов. Оператором Реестра углеродных единиц правительство в марте 2022 г. назначило АО «Контур». Началом запуска рынка углеродных единиц можно считать сентябрь 2022 г., сразу после выхода закона № 296-ФЗ, когда при поддержке Газпромбанка состоялись первые сделки по углеродным единицам на внутреннем рынке [19].

Согласно действующему законодательству, под углеродной единицей понимают массу выбросов парниковых газов (предотвращенных или

поглощенных), эквивалентную одной тонне CO<sub>2</sub>. Организация-собственник углеродных единиц вправе распоряжаться ими по своему усмотрению, например продать другому предприятию. Режим санкций, в котором мы живем в последние годы, препятствует международной торговле углеродными единицами, тем не менее в ходе работы Форума БРИКС в октябре 2024 г. была заключена международная сделка по продаже углеродных единиц «Русала» инвестиционному фонду *Equity International General Trading* Объединенных Арабских Эмиратов [20].

В марте 2022 г. Правительством РФ был принят закон № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» [21]. В качестве пилотного региона была выбрана Сахалинская область, и с сентября 2022 г. на ее территории начался эксперимент, цель которого заключается в достижении углеродной нейтральности в данном регионе до конца 2025 г.

На территории Сахалинской области проводится апробация механизмов реализации Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. Желание присоединиться к эксперименту изъявили Иркутская и Калининградская области, Хабаровский край и Башкирия, но старт этих проектов пока отложен в связи со сложностями, вызванными санкционным режимом.

Выбор Сахалинской области обоснован не только особенностями географического положения и природно-ресурсного потенциала, но и структурой экономики региона. С одной стороны, леса, которые занимают почти 70% территории и акватория Тихого океана, способные поглощать миллионы тонн парниковых газов, с другой – добыча полезных ископаемых, обеспечивающая до 60% ВРП, причем три четверти от общего объема промышленного производства приходится на нефтегазовый комплекс [22].

За фактическую реализацию эксперимента отвечает Министерство природных ресурсов и устойчивого развития Сахалинской области, которое и утвердило перечень из пятидесяти организаций, отнесенных к регулируемым. Для этих организаций установлены квоты на выбросы парниковых газов и по итогам отчетов, в случае превышения квоты, организация будет обязана заплатить за каждую тонну превышения по одной тысяче рублей. Предусмотрена и пеня за задержку штрафных выплат.

Кроме административного регулирования, набирает силу рыночный механизм – региональный оборот углеродных единиц.



Результатами Сахалинского эксперимента должно стать не только достижение углеродной нейтральности, но и радикальное снижение содержания всех загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: 1) путем полной газификации региона (предприятия, коммунальное хозяйство и частный сектор); 2) увеличения доли возобновляемых источников энергии; 3) рационального обращения с отходами (предотвращение выбросов  $\text{CH}_4$ ); 4) энергосбережения во всех сферах деятельности; 5) перехода на низкоэмиссионный транспорт; 6) внедрения технологий улавливания, хранения и использования  $\text{CO}_2$ ; 7) строительства устойчивых городов; 8) устойчивого управления лесами и другими экосистемами [22].

Авторы считают, что эксперимент на территории Сахалинской области соответствует всем установленным требованиям, созданы и функционируют ключевые элементы инфраструктуры эксперимента [23].

Логическим завершением формирования нормативно-правовой базы для реализации климатической политики в нашей стране стал Указ Президента РФ от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации» [24]. Доктрина представляет собой систему взглядов на цели, основные принципы, задачи и механизмы реализации единой государственной политики Российской Федерации по вопросам, связанным с изменением климата и его последствиями и развивает положения Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.

### **Заключение**

В Российской Федерации сформирован комплекс мер по углеродному регулированию для реализации национальной климатической политики, ключевым звеном которого является Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

Организована система государственного учета выбросов парниковых газов. Регламентированы процедуры подготовки и предоставления отчетности регулируемыми организациями, валидации и верификации данных, размещения отчетов в реестре выбросов парниковых газов.

Установлены целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов в Российской Федерации на кратко- и долгосрочную перспективы с учетом международных обязательств, но исходя из национальных приоритетов.

Создана федеральная сеть мониторинга поглощений углерода лесными и иными наземными экосистемами, система климатического мониторинга и прогнозирования изменений климата.

С сентября 2022 г. начал функционировать рынок углеродных единиц. Реализуются крупные климатические проекты, направленные на декарбонизацию промышленных выбросов и депонирование CO<sub>2</sub> природными экосистемами. «Побочным продуктом» таких проектов являются пакеты углеродных единиц, востребованные на внутреннем и международном рынке.

Сахалинский эксперимент дает возможность выхода на углеродную нейтральность и в целом позволяет улучшить экологическую ситуацию в регионе, выявить «узкие места», найти оптимальные решения возникающих проблем для успешного достижения долгосрочной цели – баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением с учетом национальных интересов Российской Федерации.

#### **Список источников**

1. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47013>.
2. Киотский протокол Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=81048> (дата обращения 15.09.2024).
3. Парижское соглашение. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения 15.09.2024).
4. Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990> (дата обращения 15.09.2024).
5. Федеральный закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/22649> (дата обращения 15.09.2024).
6. Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 224-ФЗ О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39948> (дата обращения 15.09.2024).

7. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации : распоряжение Минприроды России от 16.04.2015 № 15-р.
8. Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов : распоряжение Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р.
9. Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ : распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401409630/>.
10. р Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года : распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р // Собрание законодательства РФ. 2021. № 45. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111010022> (дата обращения 15.09.2024).
11. О критериях отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям : Постановление Правительства РФ от 14.03.2022 № 355. URL: <https://base.garant.ru/403700582/> (дата обращения 15.09.2024).
12. Методика количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов : Приказ Минприроды РФ от 27.05.2022 № 371. URL: <https://base.garant.ru/405077467/> (дата обращения 15.09.2024).
13. Дорогов Н.И., Кулясов Н.С., Бронская Ю.К. Использование инструментов государственно-частного партнёрства для достижения углеродной нейтральности: проблемы и пути их решения // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации : сб. науч. ст. по мат-лам X Международ. науч.-практич. конф. Ч. 1. Уфа, 2023. С. 196–294.
14. Российская система климатического мониторинга [Офиц. сайт]. URL: <https://ritm-c.ru/> (дата обращения 15.09.2024).
15. Карбоновая платформа. Декарбонизация: образование, наука, технологии, бизнес [сайт]. URL: <https://carbonplatform.ru/novosti/tpost/0yirua9ct1-rassmotreni-itogi-pervogo-etapa-vip-gz-ru> (дата обращения 15.09.2024) .
16. Выбросы парниковых газов в России уменьшились на треть после пересчета/ Агроэкомиссия. [Цифровая платформа знаний]. URL: <https://agriecomission.com/news/vybrosy-parnikovyh-gazov-v-rossii-umenshilis-na-tret-posle-perescheta> (дата обращения 15.09.2024).

17. РИА Новости : Портал / 12.11.2024 [офиц. сайт]. URL: <https://ria.ru/20241112/sor29-1983387086.html> (дата обращения 25.09.2024).
18. Ситников С. Л. Углеродное регулирование в России: истоки и особенности // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 6. URL: <https://esj.today/PDF/44ECVN622.pdf> (дата обращения 15.09.2024).
19. Поторгуемся за климат. Россия запускает рынок торговли углеродными единицами [сайт]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5534523> (дата обращения 15.09.2024).
20. Заключена первая международная сделка с российскими углеродными единицами // Известия [сайт]. URL: <https://iz.ru/1777974/2024-10-21/zakliuchena-pervaia-mezhdunarodnaia-sdelka-s-rossiiskimi-uglerodnymi-edinitcami> (дата обращения 15.11.2024)
21. Федеральный закон от 6.03.2022 № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/403615518/> (дата обращения 15.09.2024).
22. Сахалинский эксперимент: как создается первый в мире регион нулевых выбросов // Экосфера [Информационный портал]. URL: <https://ecosphere.press/2022/10/31/sahalinskij-eksperiment-kak-sozdaetsya-pervyj-v-mire-region-nulevyh-vybrosov/> (дата обращения 02.11.2024).
23. Скоков Р., Гузенко М. Сахалинский эксперимент достижения углеродной нейтральности // Энергетическая политика. 2023. № 2(180). С. 86–99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sahalinskiy-eksperiment-dostizheniya-uglerodnoy-neytralnosti> (дата обращения 02.11.2024).
24. Указ Президента РФ от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации» [Информационно-правовой портал]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/> (дата обращения 02.11.2024).

УДК 633.491

ЕДН BTTNJU



## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ

**Кондратенко Екатерина Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор<sup>1</sup>

**Соболева Ольга Михайловна**, кандидат биологических наук, доцент<sup>1, 2</sup>

**Сергеева Ираида Анатольевна**, кандидат физико-математических наук<sup>1</sup>

**Пьяных Антон Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент<sup>1</sup>

**Мачнов Максим Николаевич**, магистрант<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого,  
г. Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава РФ,  
Россия, г. Кемерово

**Аннотация.** Процесс производства картофеля в Кемеровской области – Кузбассе имеет свои особенности. Область расположена в зоне рискованного земледелия. Помимо технологии возделывания этой культуры, на величину урожая и валового сбора оказывают влияние как биологические процессы, так и складывающиеся гидротермические условия в вегетационный период. В связи с этим при анализе производства картофеля не представляется возможным достаточно точно учесть все факторы, влияющие на конечный результат. Наряду с традиционными показателями ежегодной оценки эффективности производства картофеля, целесообразно выявлять потенциальные направления его производства. Следовательно, актуальным является изучение данных не только за один год, а обязательно выявление среднегодовых показателей за несколько лет, что особенно важно в зоне рискованного земледелия. Поставлена цель – оценить особенности производства товарного картофеля в Кемеровской области – Кузбассе, для достижения которой следует решить следующие задачи:

1. Изучить характер распределения посевных площадей, отведенных под картофель, по районам Кемеровской области и природным зонам (степная и лесостепная зоны).

2. Исследовать динамику урожайности и валового сбора картофеля по административным районам и природным зонам региона.

В статье приводятся линии тренда, известные как линии наилучшего приближения или линии регрессии. В наших исследованиях они использовались для прогнозов урожайности и валового сбора картофеля. Линии тренда графически иллюстрируют тенденции изменения урожайности и валовых сборов картофеля в сторону увеличения этих показателей.

В степных районах области (Ленинск-Кузнецкий, Крапивинский, Промышленновский и Прокопьевский) в среднем за 10 лет (с 2012 по 2021 г.) увеличились посевные площади на 21,7; 23,2; 18,9 и 3,2 % соответственно. За этот же период урожайность картофеля в хозяйствах всех категорий по Кемеровской области составила 157,1 ц/га. Выше среднего уровня (159,7–257,9 ц/га) оказалась урожайность в степных районах (Прокопьевском, Ленинск-Кузнецком), лесостепных (Кемеровском, Яшкинском и Мариинском).

**Ключевые слова:** картофель, валовый сбор, урожайность картофеля, Кемеровская область, вегетация, посевные площади.

## ASSESSMENT OF POTATO PRODUCTION IN THE KEMEROVO REGION-KUZBASS

**Kondratenko Ekaterina P.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor<sup>1</sup>

**Soboleva Olga M.**, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor<sup>1, 2</sup>

**Sergeeva Iraida A.**, Ph.D. physics and mathematics sciences<sup>1</sup>

**Pyanykh Anton V.**, Ph.D. Agricultural Sciences, Associate Professor<sup>1</sup>

**Machnov Maksim N.**, master's student<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, Kemerovo

**Abstract.** The article notes that the potato production process in the Kemerovo region-Kuzbass has its own characteristics. In addition to the technology of cultivation of this crop, both biological processes and the prevailing hydrothermal conditions during the growing season affect the yield and gross harvest. In this regard, when analyzing potato production, it is not possible to accurately take into account all the factors affecting the final result. Along with the traditional indicators of the annual assessment of the efficiency of potato production, it is advisable to identify reserves in the direction of its production.



Therefore, it is relevant to study the data not only for one year, but also to identify the average annual indicators for a number of years, which is especially important in the zone of risky farming. The aim is to evaluate the peculiarities of commercial potato production in the Kemerovo region-Kuzbass. Tasks have been set to achieve the goal:

1. To study the nature of the distribution of acreage allocated for potatoes by districts of the Kemerovo region and by natural zones (steppe and forest-steppe zones);
2. To study the dynamics of potato yield and gross harvest by administrative districts and by natural zones of the region.

The article provides trend lines, also known as best approximation lines or regression lines. In our research, they were used to predict the yield and gross harvest of potatoes. Trend lines graphically illustrate trends in potato yields and gross yields in the direction of increasing these indicators.

In the steppe regions of the region (Leninsk-Kuznetsky, Krapivinsky, Promyshlennovsky and Prokopyevsky), on average, over 10 years (from 2012 to 2021), there was an increase in acreage by 21.7%, 23.2%, 18.9% and 3.2%, respectively. During the same period, potato yields in farms of all categories in the Kemerovo region amounted to 157.1 kg/ha. Above the average level (159.7 – 257.9 c/ha) was the yield in the steppe regions (Prokopyevsky, Leninsk-Kuznetsksky), forest-steppe (Kemerovsky, Yashkinsky and Mariinsky).

**Keywords:** potatoes, gross harvest, yield, Kemerovo region, vegetation, acreage.

## Введение

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является важнейшей овощной культурой, мировое производство которой составляет около 368 млн тонн и насчитывает более 5000 известных сортов [1]. Клубни – это съедобная часть растения, которую можно употреблять в пищу в различных формах, после переработки разделенной в основном на четыре вида продуктов: замороженный, сушеный, подготовленный/консервированный картофель и картофельный крахмал, в отварном, вареном, жареном виде, с хрустящей корочкой и т.д.

Картофель — продовольственная культура, которую регулярно потребляют миллиарды людей в мире. Он также приносит доход мелким производителям, является источником полноценных белков, полезных углеводов и жиров, клетчатки, богат антиоксидантами и питательными

веществами, а также производит меньше выбросов парниковых газов, чем другие основные культуры. Объем производства картофеля в мире составляет 376 875 686 т/год. Китай является крупнейшим производителем картофеля в мире с объемом производства 99 122 420 т/год. Индия занимает второе место с 43 770 000 т/год. Российская Федерация занимает третье место с объемом 31 107 797 т/год. В России картофель – одна из самых высококорентабельных сельскохозяйственных культур, которая пользуется повышенным спросом людей с низкими доходами.

Сегодня картофель, генетические корни которого находятся в Южной Америке, выращивается на более чем 20 млн га в 150 странах, а общий мировой объем производства в 2020 г. составил более 376 млн тонн. Генеральный директор ФАО Цюй Дунъюй (2022) считает, что, сосредоточив усилия на повышении урожайности и полном использовании исторических площадей для выращивания картофеля, мировое производство можно довести до 500 млн т в 2025 г. и 750 млн т в 2030 г. Картофель станет одной из выгодных культур в глобальной системе продовольственной безопасности, когда урожайность других зерновых культур будет близка к пределу. Он также отметил, что Азия и Африка являются регионами с самым быстрым ростом производства картофеля в настоящее время, в то время как в Европе и Северной Америке производство снижается. Во всем мире объемы производства картофеля выросли даже на фоне сокращения площадей, отведенных под его выращивание, что подчеркивает значимость повышения урожайности.

Картофель (*Solanum tuberosum* L.), пасленовая продовольственная культура, занимает четвертое место среди основных зерновых культур после кукурузы, риса и пшеницы [2]. Она может обеспечить больше углеводов, белков, минералов и витаминов на единицу площади земли и времени, по сравнению с другими потенциальными продовольственными культурами [3]. Несмотря на питательную ценность картофеля, его влияние на здоровье человека остается несколько спорным. Исследования на животных и некоторые исследования на людях показывают, что картофель и его питательные вещества могут положительно влиять на факторы риска хронических заболеваний, включая кровяное давление, липиды крови и воспаление. И наоборот, существуют данные наблюдений, связывающие потребление картофеля с повышенным риском увеличения веса и диабета 2-

го типа, предположительно, из-за высокого гликемического индекса картофеля [4].

Картофель содержит преобладающий макронутриент — углевод. Картофельный крахмал состоит из амилопектина (полимера глюкозы с разветвленной цепью) и амилозы (полимера глюкозы с прямой цепью) в довольно постоянном соотношении 3:1. Небольшая доля крахмала, содержащегося в картофеле, «устойчива» к ферментативному разложению в тонком кишечнике и, таким образом, достигает толстого кишечника практически неповрежденной [5]. Этот «резистентный крахмал» интенсивно ферментируется микрофлорой толстой кишки с образованием короткоцепочечных жирных кислот, которые снижают pH кишечника, токсический уровень аммиака в желудочно-кишечном тракте и действуют как пребиотики, способствуя росту полезных бактерий толстой кишки [6]. Новые исследования на животных моделях и некоторые ограниченные исследования на людях показывают, что «резистентный крахмал» может усиливать чувство сытости, положительно влиять на состав тела, благоприятно влиять на уровень липидов в крови и глюкозы в крови и увеличивать количество полезных бактерий в толстой кишке.

Картофель содержит множество фитонутриентов, в первую очередь каротиноиды и фенольные кислоты [7], и является важным источником растительных фенольных соединений в рационе. Каротиноиды, такие как лютеин, зеаксантин и виолаксантин, содержатся в основном в желтом и красном картофеле, хотя небольшие количества также содержатся в белом картофеле. Хлорогеновая кислота, бесцветное полифенольное соединение, является вторичным растительным метаболитом и составляет до 80% от общего содержания фенолов в клубнях картофеля.

Помимо того, что картофель является сырьевым товаром, он широко используется в промышленности для производства переработанных пищевых продуктов, алкоголя, крахмала, кормов для животных и для производства биотоплива [8]. Короткая продолжительность вегетации и широкая адаптивность к климатическим условиям способствовали распространению картофеля через различные географические границы от его южноамериканского происхождения.

Разновидности картофеля характеризуются значительным фенотипическим разнообразием с большим интересом к съедобной части растения (клубням), которые могут отличаться по форме, размеру, цвету мякоти и кожицы, по текстуре, а также по химическому составу (содержание

сухого вещества, белков, крахмала и гликоалкалоидов) и характеристикам использования (тип приготовления, пригодность для жарки и хрустящая корочка). Эта дифференциация наблюдается не только среди разнообразных диких генотипов, но и между многочисленными культивируемыми генотипами по всему миру.

С точки зрения питания картофель является комплексным источником питательных веществ (витамины, каротиноиды, антиоксидантные фенольные соединения, белки, магний и т.д.), а также некоторых антипитательных веществ (в первую очередь гликоалкалоидов) [9]. В среднем клубни картофеля содержат 77% воды, 20% углеводов и менее 3% белков, пищевых волокон, минералов, витаминов и других соединений. В странах с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия картофель может заменить некоторые дорогостоящие продукты и устойчиво использоваться в качестве дешевой пищи, дающей достаточно калорий (93 ккал / 100 г клубня) для поддержания нормальной жизни.

В связи с вышесказанным поставлена **цель** – оценить особенности производства товарного картофеля в Кемеровской области – Кузбассе. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Изучить характер распределения посевных площадей, отведенных под картофель, по районам Кемеровской области и природным зонам (степная и лесостепная зоны);
2. Исследовать динамику урожайности и валового сбора картофеля по административным районам и природным зонам региона.

### **Материалы и методы**

Объектами исследований послужили статистические материалы по урожайности картофеля в производстве Кемеровской области – Кузбассе за 2012–2021 гг.

Гидротермические условия изучались по данным ГМС. Метеоусловия за годы исследований значительно различались (рис. 1, 2).

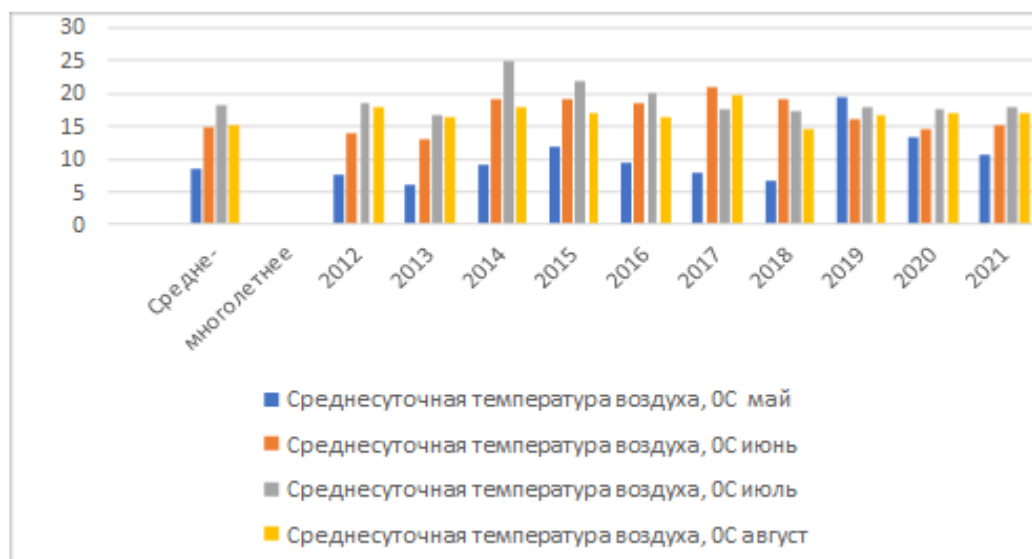


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации картофеля за 2012–2021 гг., Кемеровская область – Кузбасс (°C)

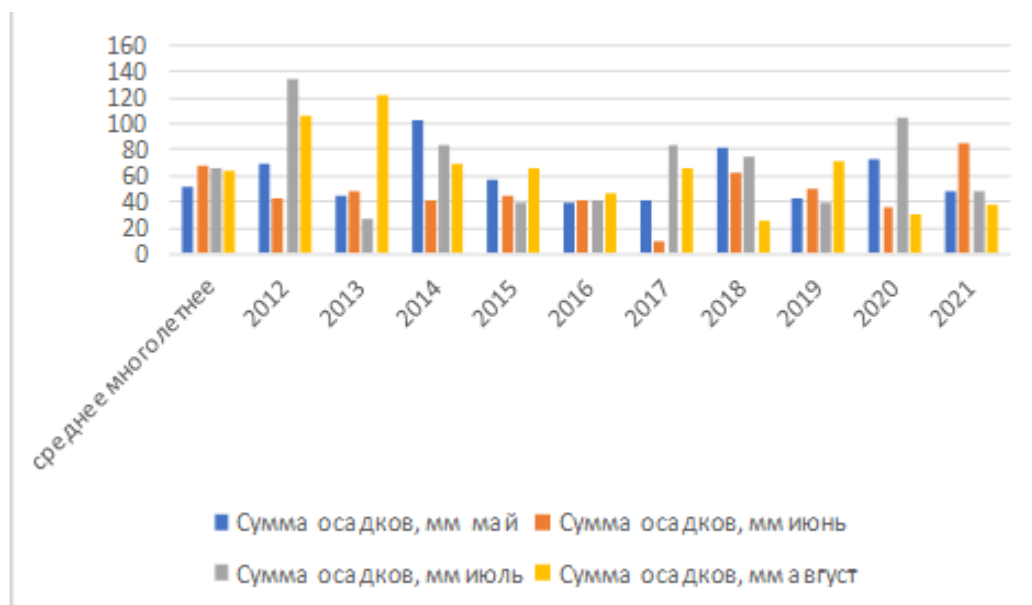


Рис. 2. Сумма осадков в период вегетации картофеля за 2012–2021 гг., Кемеровская область – Кузбасс (°C)

Изменчивость урожайности определяли по Б.А. Доспехову. Линии трендов рассчитаны по уравнениям линейных форм связи по формуле:

$$Y = \bar{y} + a (t - \bar{t}),$$

где  $Y$  – урожайность по тренду, ц/га;

$\bar{y}$  – средняя урожайность за рассматриваемый период, ц/га;

$t$  – порядковый номер года с 2012-го;

$\bar{t}$  – средний за период показатель времени;

$a$  – коэффициент регрессии, показывающий среднегодовой прирост урожайности за рассматриваемый период и определенный отношением:

$$r_b = n \sum (y - \bar{y}) (t - \bar{t}) / \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (t - \bar{t})^2},$$

где  $n$  – количество взятых лет;

$\Sigma$  – знак суммирования.

### Результаты

Настоящее исследование на примере производства картофеля за последние 9 лет показало, что площадь посадки картофеля, по сравнению с 2012 г., по степной зоне Кемеровской области в 2021 г. уменьшилась на 37,75 га, или на 4,3 %, по лесостепной – увеличилась на 193,44 га, или на 72,0 %. В среднем по области произошло увеличение посевных площадей на 77,56 га, или на 13,62 % (рис. 3, 4).

Общая посевная площадь под картофель в 2021 г. в хозяйствах всех категорий области составила 649,28 га, что на 13,62 % больше, чем в 2012 году. В области в 2012 г. картофель выращивали на площади 7404,00 га, валовой сбор составил 488,42 т при средней урожайности 87,55 ц/га. В 2021 г. валовой сбор в сравнении с 2012 г. увеличился на 15,7 %.

В последние годы в агропромышленном секторе области наблюдается увеличение площадей, отводимых под выращивание столового картофеля. Во многом это связано с тем, что на рынке сохраняются высокие цены на данную продукцию, и сельхозпроизводители не отказались от этой культуры в пользу более доходных. Увеличение площадей закономерно привело к увеличению объемов сборов.

Анализ производства картофеля в территориальном спектре показал, что в степных районах области, таких как Ленинск-Кузнецкий, Крапивинский, Промышленновский и Прокопьевский, в среднем за 10 лет произошло увеличение посевных площадей на 21,7; 23,2; 18,9 и 3,2 % соответственно. К числу крупных производителей картофеля в лесостепной зоне относится Яшкинский район. Установлено, что посевные площади увеличились до 391,7 %.

Выявлено значимое уменьшение площади посева в степных районах: Гурьевском (37,7%), Беловском (58,1 %) и Новокузнецком (23,49 %), и в лесостепном – Мариинский (35,3%). Ижморский, Юргинский и Тяжинский районы эту культуру не возделывают.



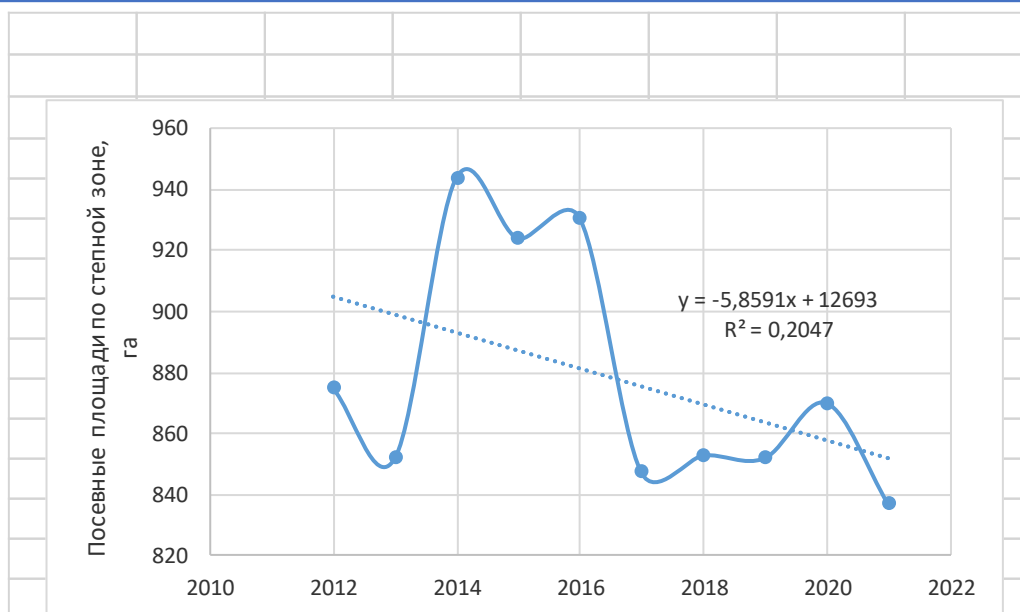


Рис. 3. Изменение посевных площадей по степной зоне Кемеровской области за 2012–2021 гг.

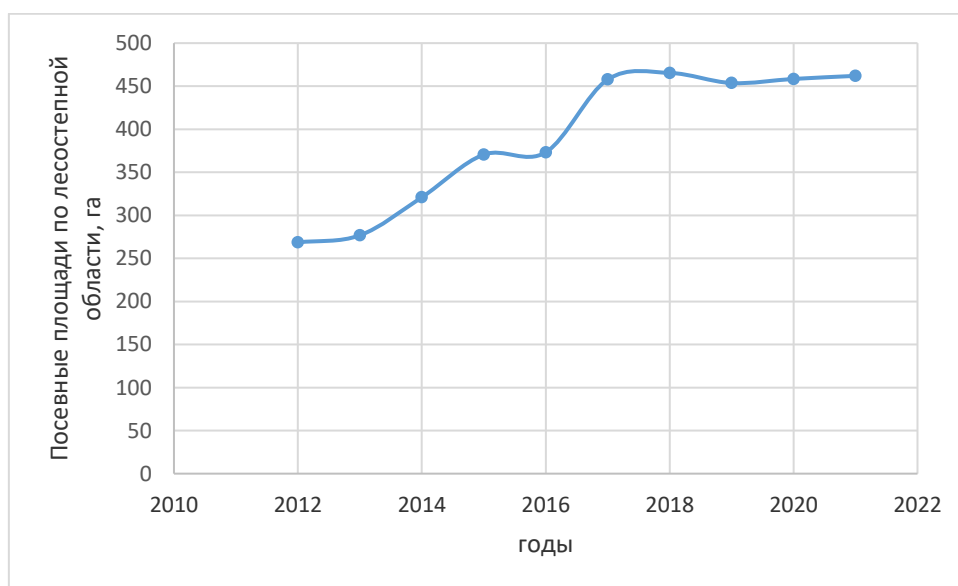


Рис. 4. Изменение посевных площадей по лесостепной зоне за 2012–2021 гг. в Кемеровской области

Таким образом, по данным наших исследований, на 2021 год в области производство картофеля было сконцентрировано в степных районах. К числу крупнейших производителей лесостепной зоны относится Яшкинский район (2460,00 га).

Таблица 1

Характеристика изменения посевных площадей под картофель в сельскохозяйственных организациях Кемеровской области – Кузбасса за 2012–2021 гг.

1

Районы	Сред., га	2021 к 2012 г., %	Мах, га	Мин, га
Новокузнецкий	677,00	76,51%	885,00	486,00
Прокопьевский	989,10	103,18%	1550,00	785,00
Беловский	667,60	41,87%	984,00	412,00
Гурьевский	105,10	62,31%	130,00	81,00
Ленинск-Кузнецкий	682,50	121,67%	740,00	581,00
Крапивинский	1211,20	123,24%	1502,00	959,00
Промышленовский	678,80	118,94%	881,00	482,00
Среднее по степной зоне	878,48	95,69%	943,75	837,13
Кемеровский	574,90	94,94%	613,00	526,00
Топкинский	734,20	129,24%	969,00	554,00
Яшкинский	1693,90	391,72%	2492,00	628,00
Яйский	67,90	100,00%	96,00	50,00
Мариинский	110,30	64,75%	140,00	60,00
Ижморский	5,20	0,00%	27,00	0,00
Юргинский	23,30	0,00%	58,00	0,00
Чебулинский	285,80	89,66%	350,00	254,00
Тяжинский	21,20	0,00%	75,00	0,00
Среднее по лесостепной зоне	390,74	172,03%	465,44	268,56
Среднее по области	634,61	113,62%	664,28	564,39
Сумма по области	8528,00	119,31%	9067,00	7294,00

Из результатов исследований видно, что посевные площади, отводимые под картофель в степной зоне, снижаются, а в лесостепной увеличиваются. В целом по области прогнозируется увеличение площади посадок картофеля.

В среднем за 9 лет, с 2012 по 2021 г., урожайность картофеля в хозяйствах всех категорий по Кемеровской области составила 157,1 ц/га.

Выше среднего уровня (159,7–257,9 ц/га) оказалась урожайность в степных районах (Прокопьевском, Ленинск-Кузнецком), лесостепных (Кемеровском, Яшкинском и Мариинском).

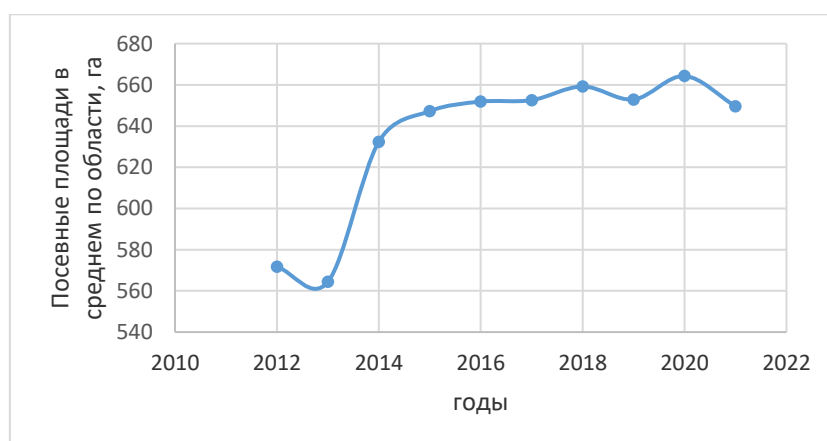


Рис. 5. Изменение посевных площадей в среднем по Кемеровской области за 2012–2021 гг.

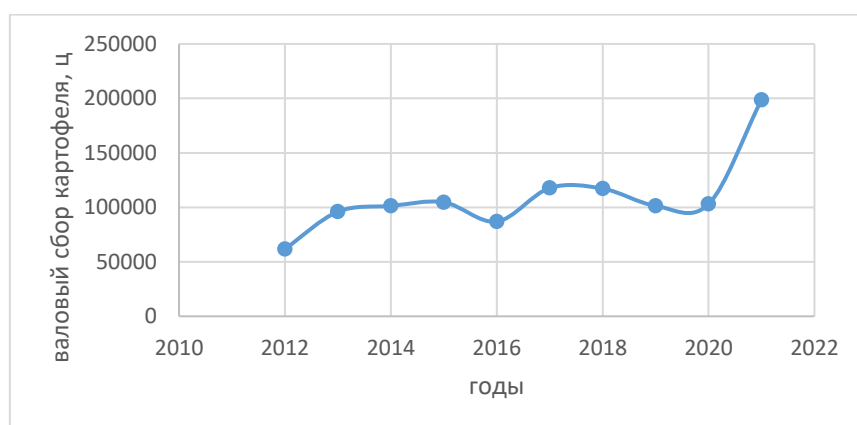


Рис. 6. Динамика валового сбора картофеля в среднем по степной зоне за 2012–2021 гг.

Вследствие благоприятных гидротермических условий в 2014 г. по области была получена рекордная урожайность, которая составила 211,3 ц/га, а в 2020 г. урожайность была более низкой, но вполне удовлетворительной (165 ц/га).

Таблица 2

Характеристика изменения урожайности картофеля с 2012 по 2021 г.

Районы	Сред.	Макс	Мин	V%
Новокузнецкий	129,50	166,40	87,00	17,96
Прокопьевский	197,21	238,20	147,70	13,19
Беловский	110,76	146,70	82,20	19,89
Гурьевский	117,92	140,00	82,20	17,2
Ленинск-Кузнецкий	155,46	202,60	109,20	15,11
Крапивинский	152,33	183,70	91,80	16,53
Промышленовский	160,40	201,30	40,30	28,73
Среднее по степной зоне	146,23	164,43	91,51	14,63
Кемеровский	219,32	283,80	144,50	18,63
Топкинский	135,91	225,90	40,00	34,7
Яшкинский	257,85	329,70	140,00	19,93
Яйский	129,52	240,00	60,00	35,77
Мариинский	159,73	260,00	108,20	23,56
Ижморский	70,52	123,70	0,00	33,98
Юргинский	132,56	168,40	44,50	42,59
Чебулинский	129,74	180,60	87,20	17,81
Тяжинский	247,10	150,00	0	35,9
Среднее по лесостепной зоне	168,21	280,52	86,53	17,67
Среднее по области	157,22	211,33	89,02	15,57

Таблица 3

Характеристика изменения валового сбора картофеля, ц

Районы	Сред.	Макс	Мин
Новокузнецкий	80406,7	106642	49479
Прокопьевский	175232,7	223350	102680
Беловский	69645,6	91412	48240
Гурьевский	11308	15540	7400
Ленинск-Кузнецкий	106864,5	143655	64985
Крапивинский	164002,3	234030	25960
Промышленовский	154773,5	722373	24237
Среднее по степной зоне	108890,5	198756,6	61783
Кемеровский	123991,6	167740	88580
Топкинский	106578,7	165330	39540
Яшкинский	1002314	6086639	87928
Яйский	8500,8	16800	3000
Мариинский	15872	25360	5570
Ижморский	537,2	3340	0
Юргинский	2861,8	9430	0
Чебулинский	37159,5	61397	23557
Тяжинский	2197	7600	0
Среднее по лесостепной зоне	144445,9	709871,3	30787,89
Среднее по области	126668,2	413808,6	46285,44

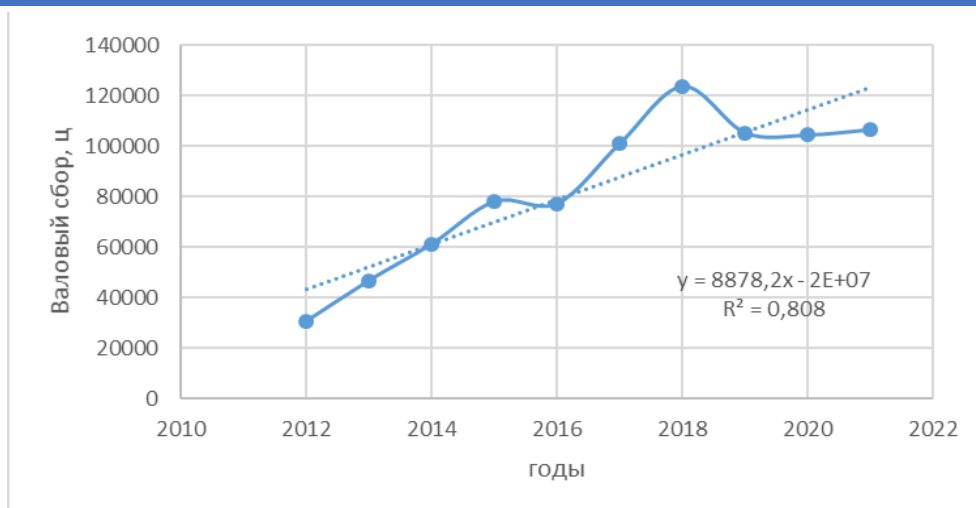


Рис. 7. Динамика валового сбора картофеля в среднем по лесостепной зоне за 2012–2021 гг.

Полученные коэффициенты вариации по урожайности менее 33% показывают, что колеблемость значений относительно небольшая и исследуемая совокупность значений сравнительно однородная. По некоторым районам лесостепной области Кемеровской области – Юргинскому, Тяжинскому, Ижморскому, Яйскому (север, северо-запад области) – коэффициент вариации превышает 33%, что указывает на высокую колеблемость значений и на неоднородность исследуемой совокупности.

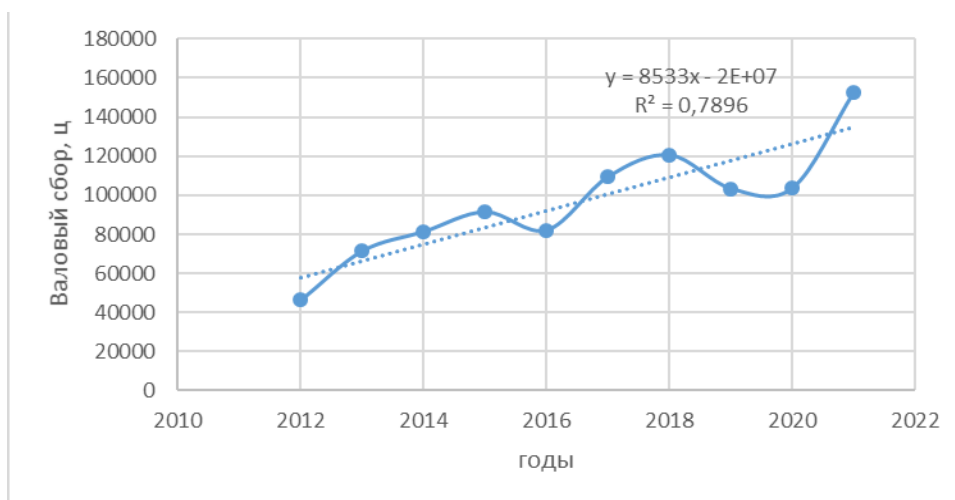


Рис. 8. Динамика валового сбора картофеля в среднем за 2012–2021 гг. в Кемеровской области – Кузбассе



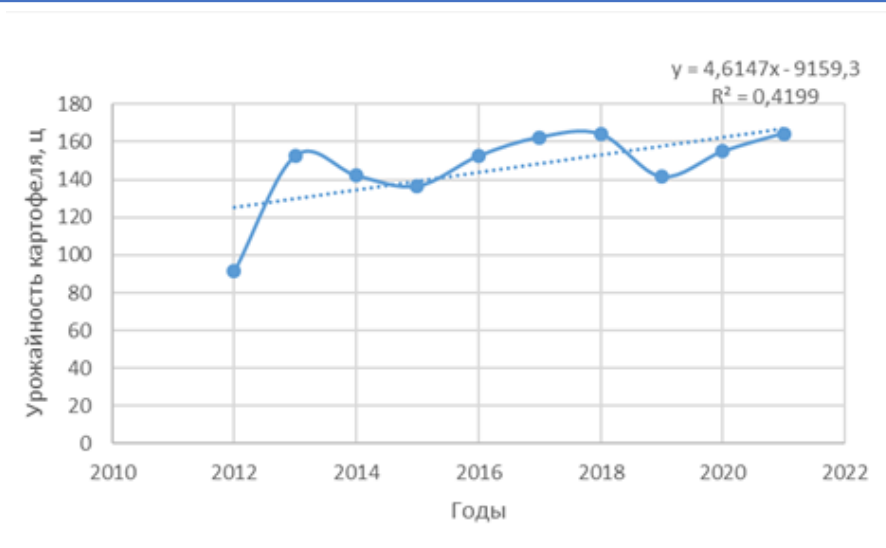


Рис. 9. Динамика урожайности картофеля в среднем по степной зоне за 2012-2021 гг.

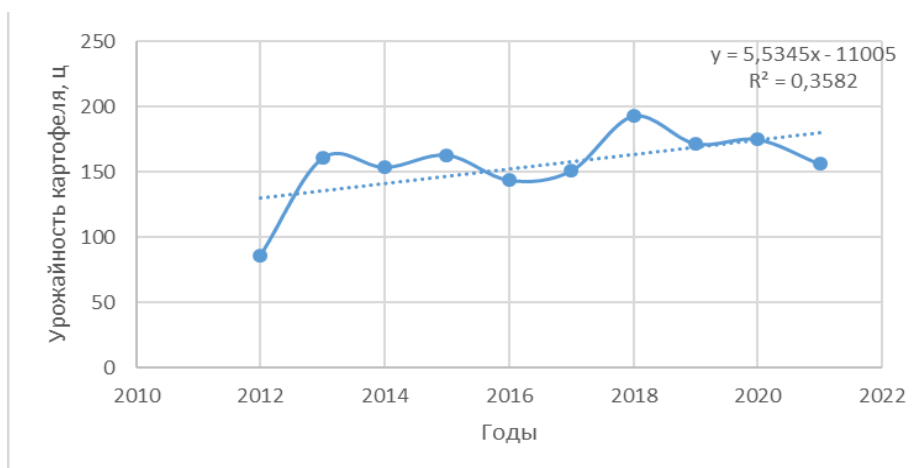


Рис. 10. Динамика урожайности картофеля в среднем по лесостепной зоне за 2012–2021 гг.

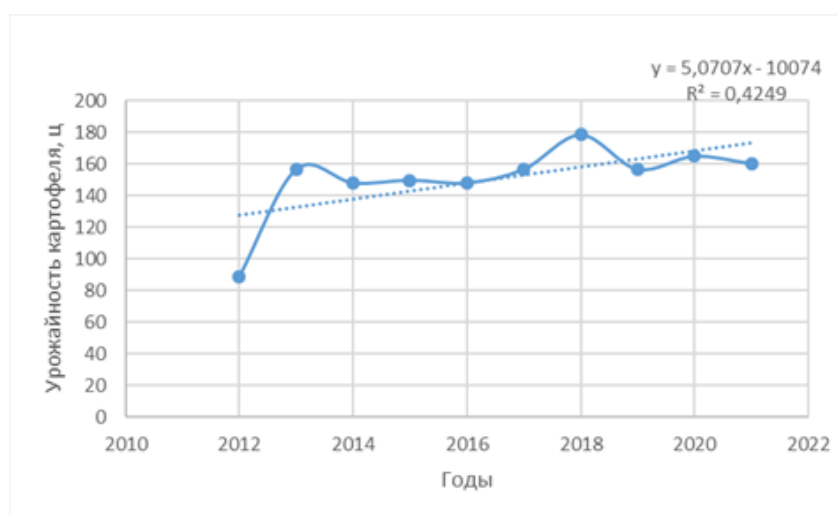


Рис. 11. Динамика урожайности картофеля в среднем по Кемеровской области за 2012–2021 гг.

Из данных видно, что производство картофеля отличается низкой стабильностью. Нестабильность производства наглядно продемонстрирована на графиках, которые подтверждают нестабильность урожайности и валового сбора картофеля. Рассчитать реально ожидаемый уровень урожайности и валовых сборов картофеля не представляется возможным. При одних и тех затратах в благоприятные годы эффективность производства картофеля достигает высоких уровней, а в неблагоприятные приносят убытки в связи с уменьшением урожайности и валового сбора. Такая нестабильность характерна для гидротермических условий Кемеровской области-Кузбасса.

Таким образом, исследование показало, что в степных районах области (Ленинск-Кузнецкий, Крапивинский, Промышленновский и Прокопьевский) в среднем за 10 лет (с 2012 по 2021 г.) произошло увеличение посевных площадей на 21,7, 23,2, 18,9 и 3,2 % соответственно. За этот же период урожайность картофеля в хозяйствах всех категорий по Кемеровской области составила 157,1 ц/га. Выше среднего уровня (159,7–257,9 ц/га) оказалась урожайность в таких степных районах, как Прокопьевский, Ленинск-Кузнецкий, лесостепных – Кемеровский, Яшкинский и Мариинский районы.

### **Заключение**

Полученная продуктивность картофеля в крупных районах Кузбасса обеспечена используемыми технологиями, характеризующимися высокой интенсивностью; качественным семенным материалом; соблюдением современных требований агротехники, применением эффективных удобрений и средств защиты картофеля от вредителей, болезней, сорных растений и учетом особенностей различных природных зон.

### **Список источников**

1. Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review / S. L. Sampaio et al. // Trends in Food Science & Technology. 2020. Т. 103. Р. 118–129.
2. The role of conventional plant breeding in ensuring safe levels of naturally occurring toxins in food crops / N. Kaiser et al. // Trends in Food Science & Technology. 2020. Т. 100. Р. 51–66.
3. Zaheer K., Akhtar M. H. Potato production, usage, and nutrition—a review // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2016. Vol. 56. P. 711–721. doi: 10.1080/10408398.2012.724479.
4. Beals K.A. Potatoes, nutrition and health // American Journal of Potato Research. 2019. Т. 96, №. 2. Р. 102–110.

5. Bede D., Zaixiang L. Recent developments in resistant starch as a functional food // *Starch-Stärke*. 2021. Т. 73, №. 3–4. P. 2000139.
6. Brit D.F. Resistant starch: Promise for improving health // *Advances in Nutrition*. 2013. № 4. P. 587–601.
7. Cooking methods affected the phytochemicals and antioxidant activities of potato from different varieties. *Food Chemistry* / H. Fang et al. 2022. P. 100339.
8. Applications of new breeding technologies for potato improvement / A. Hameed et al. // *Frontiers in plant science*. 2018. Т. 9. P. 925.
9. Comparative study on nutrient composition and antioxidant capacity of potato based on geographical and climatic factors / B.Zhang et al. // *Food Bioscience*. 2022. Т. 46. P. 101536.
10. Gazdanova I., Gerieva F., Morgoev T. The effectiveness of the use of biological preparations in the production of potatoes // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022. Т. 28, №. 2. P. 212–216.
11. Impact and Management of Diseases of *Solanum tuberosum* / O.L. Oyesola et al. // *Solanum tuberosum: A Promising Crop for Starvation Problem*. 2021. P. 213.
12. Toward the Design of Potato Tolerant to Abiotic Stress / R. Campbell et al. // *Solanum tuberosum*. Humana, NY, 2021. P. 387–399.
13. Improving potato stress tolerance and tuber yield under a climate change scenario—a current overview / K. Dahal et al. // *Frontiers in plant science*. 2019. Т. 10. P. 563.

**УДК 636.084.52 (571.17)**

**ЕДН UGZCCU**



## **ОТКОРМ БЫЧКОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ**

**Григорьев Михаил Федосеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент, ведущий научный сотрудник научно-инновационного управления<sup>1</sup>

**Ижмулкина Екатерина Александровна**, кандидат экономических наук,  
доцент, ректор<sup>1</sup>

**Попова Любовь Владимировна**, начальник научно-инновационного  
управления<sup>1</sup>

**Лазаренко Анастасия Николаевна**, начальник проектного офиса<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого,  
г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** Цель исследования – изучить влияние различных схем кормления на мясную продуктивность бычков черно-пестрой породы в условиях Кемеровской области – Кузбасса. Исследования проведены на базе ООО «Селяна» Кемеровского района, п. Кузбасский. В соответствии с программой исследований сформированы две группы подопытных бычков черно-пестрой породы: по 10 голов в каждой. По условиям опыта животные 1-й и 2-й опытных групп отличались схемой кормления (молодняк, полученный при осенне-зимних и ранне-весенних отелах) в соответствии рекомендациям по А.П. Калашникову и другим (2003). По общепринятым зоотехническим методикам изучена динамика живой массы, мясная продуктивность и экономические показатели откорма. Результаты исследования: в 1-й опытной группе получен прирост живой массы 285,9 кг против показателя 2-й группы – 292,1 кг. Большая живая масса получена за счет высокой энергии роста во 2-й опытной группе. Установлена разница в мясной продуктивности животных. Так, 1-я группа уступила 2-й группе по предубойной массе – на 1,52 %, массе парной туши – на 3,52 %, массе жира – на 3,79 %. В итоге убойная масса в этих группах составила 198 и 205 кг соответственно, а убойный выход – на уровне 53,09 и 54,14 %. Экономическая оценка выращивания, доращивания и

откорма молодняка крупного рогатого скота показала, что за счет дополнительной продукции повысилась рентабельность производства говядины с 17,1 до 24,2 %. Таким образом, опытным путем установлена эффективность схемы кормления при получении молодняка ранне-весенних отелов.

**Ключевые слова:** бычки, выращивание, доращивание, откорм, мясная продуктивность.

## FATTENING OF BLACK-PIED BULLS IN THE CONDITIONS OF THE KEMEROVO REGION – KUZBASS

**Grigoriev Mikhail F.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the scientific and innovation department<sup>1</sup>

**Izhmulkina Ekaterina A.**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Rector<sup>1</sup>

**Popova Lyubov V.**<sup>1</sup>, Head of the scientific and innovation department

**Lazarenko Anastasia N.**<sup>1</sup>, Head of the project office

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** Purpose: to study the influence of various feeding schemes on the meat productivity of black-and-white bulls in the conditions of the Kemerovo region - Kuzbass. Research methods: the research was conducted on the basis of Selyana LLC, Kemerovo district, Kuzbassky settlement. In accordance with the research program, two groups of experimental black-and-white bulls were formed, 10 heads in each. According to the experimental conditions, animals of the 1st and 2nd experimental groups differed in the feeding scheme (young animals obtained during autumn-winter and early spring calving) in accordance with the recommendations of A.P. Kalashnikov et al., (2003). According to generally accepted zootechnical methods, the dynamics of live weight, meat productivity and economic indicators of fattening were studied. Research results: as a result, in the 1st experimental group, a live weight gain of 285.9 kg was obtained, against the indicator of the 2nd group - 292.1 kg. The high live weight was achieved due to the high growth energy in the 2nd experimental group. The difference in meat productivity of animals was established: the 1st group was inferior to the 2nd group in pre-slaughter weight by 1.52%, fresh carcass weight by 3.52%, and fat weight by 3.79%. As a result, the slaughter weight in these groups was 198 and 205 kg, and the slaughter yield was at the level of 53.09 and 54.14%. Economic assessment of

growing, rearing and fattening young cattle showed that due to obtaining additional products, the profitability of beef production increased from 17.1 to 24.2%. Conclusion: thus, the experiment established the efficiency of the feeding scheme for obtaining young animals in early spring calving due to the rational use of the pasture season.

**Keywords:** bulls, growing, fattening, meat productivity, efficiency.

### **Введение**

Сегодня значительную часть производства говядины и телятины получают с побочной части молочного скотоводства. Вместе с этим ежегодно возрастает потребность в мясе и мясных продуктах, об этом свидетельствуют статистические данные о самообеспеченности в продуктах питания. В связи с этим перед АПК стоит задача по созданию прочной базы для развития отечественного мясного скотоводства [1–3]. Многие регионы сегодня имеют опыт реализации программы развития подотрасли мясного скотоводства. Вместе с этим повышение объемов производства говядины должно быть ориентировано по двум направлениям – мясное скотоводство, а также за счет эффективного выращивания и откорма животных в молочном скотоводстве [3–5].

Известно, что от принятой технологии и схемы кормления животных зависит реализация продуктивного потенциала крупного рогатого скота. Сегодня существуют достаточно много обоснованных и рекомендованных схем кормления молодняка крупного рогатого скота. Однако недостаточно научно и практически обоснованы технологии выращивания молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях Кемеровской области – Кузбасса.

Цель: изучить влияние различных схем кормления на мясную продуктивность бычков черно-пестрой породы в условиях Кузбасса.

Научная новизна работы заключается в научно-практическом обосновании выращивания, доращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях Кемеровской области – Кузбасса.

### **Материалы и методы**

Исследования проведены на базе ООО «Селяна», Кемеровский район, п. Кузбасский. Для проведения научно-хозяйственного опыта подобраны 2



группы подопытных бычков черно-пестрой породы, которых распределили по 10 голов в каждой. Для формирования подопытного поголовья животных учли такие первичные показатели, как живую массу, возраст, клинико-физиологическое состояние и др.

Базовые условия содержания для всех подопытных животных были одинаковыми, за исключением того, что 1-я и 2-я опытные группы отличались схемой кормления (табл. 1), а с 9- по 18-месячный возраст по схеме кормления в справочнике таблица 29 по А.П. Калашникову и др. за 2003 г. [6; 7].

Таблица 1

Схемы кормления животных (по А.П. Калашникову и др., 2003)

Корма	Возраст					
	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	7 мес.	8 мес.
Схема кормления животных № 1 при осенне-зимних отелах						
Молоко, кг	7,0	6,0	5,0	5,0	3,0	2,0
Сено, кг	0,6	0,7	0,8	1,0	1,4	1,6
Сенаж, кг	0,7	1,1	-	-	-	1,7
Трава пастбищная, кг	-	-	5,5	6,2	9,0	10,0
Концентраты, г	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7	2,0
Соль поваренная, г	11	15	19	23	29	33
Минеральная подкормка*, г	3,2	3,6	4,8	5,1	6,1	6,3
Схема кормления животных № 2 при ранне-весенних отелах						
Молоко, кг	Как в 1-й схеме					
Сено, кг	0,8	-	-	-	1,4	2,7
Сенаж, кг	-	-	-	-	8,0	9,3
Трава пастбищная, кг	-	5,5	6,5	9,5	-	-
Концентраты, г	Как в 1-й схеме					
Соль поваренная, г	Как в 1-й схеме					
Минеральная подкормка*, г	Как в 1-й схеме					

\*Кормовой монокальцийфосфат

Для изучения эффективности различных схем кормления на продуктивные показатели откормочного молодняка были проработаны такие показатели, как динамика живой массы, мясную продуктивность, экономические показатели выращивания и откорма животных [8–11]. Данные

исследований статистически обработаны с использованием стандартных методик по Н.А. Плохинскому (1969) [12].

### Результаты

В таблице 2 приведены данные по динамике и среднесуточным приростам живой массы молодняка крупного рогатого скота.

Таблица 2

Динамика живой массы животных, ( $M \pm m$ )

Возраст, мес.	Группа	
	1-я опытная	2-я опытная
Динамика живой массы, кг		
3 мес.	108,9 $\pm$ 1,55	108,5 $\pm$ 1,70
6 мес.	170,2 $\pm$ 1,67	171,0 $\pm$ 1,63
9 мес.	229,5 $\pm$ 1,90	230,7 $\pm$ 1,83
12 мес.	286,1 $\pm$ 2,74	288,9 $\pm$ 2,18
15 мес.	341,0 $\pm$ 3,71	345,2 $\pm$ 3,14
18 мес.	394,8 $\pm$ 3,29	400,6 $\pm$ 2,49
Прирост за опыт	285,9 $\pm$ 2,54	292,1 $\pm$ 3,91
Среднесуточный прирост живой массы, г		
3-6 мес.	681,11 $\pm$ 25,18	694,44 $\pm$ 23,61
6-9 мес.	658,89 $\pm$ 20,09	663,33 $\pm$ 19,95
9-12 мес.	628,89 $\pm$ 19,54	646,67 $\pm$ 19,30
12-15 мес.	610,00 $\pm$ 17,33	625,56 $\pm$ 17,30
15-18 мес.	597,78 $\pm$ 16,04	615,56 $\pm$ 15,47

В начале научно-хозяйственного опыта живая масса животных была практически одинаковой. Установлено, что применение схемы кормления № 2 во второй опытной группе обеспечивает получение прироста живой массы 292,1 $\pm$ 3,91 кг. Более отчетливо изменения, вызванные разной схемой кормления, установлены в динамике среднесуточных приростов живой массы подопытных животных. Разные схемы кормления отразились на скорости роста выращиваемого молодняка. В 3–6-месячном возрасте животных 1-й группы среднесуточный прирост живой массы составил 681,11 $\pm$ 25,18 г, уступая своим аналогам 2-й группы практически на 2 %. Схожая картина была установлена и в 6–9-месячном возрасте, где бычки 1-й опытной группы уступили по скорости роста животным из 2-й опытной группы на 0,67 %. В

конце опыта в среднем у животных 1-й опытной группы был получен среднесуточный прирост живой массы –  $597,78 \pm 16,04$  г; а во 2-й опытной группе этот же показатель был равен –  $615,56 \pm 15,47$  г. Данные опыта свидетельствуют об эффективности применения схемы кормления № 2 при выращивании молодняка крупного рогатого скота.

В целях изучения мясной продуктивности подопытных животных был проведен контрольный убой согласно схеме исследований. Результаты контрольного убоя животных представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели контрольного убоя животных ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа	
	1-я опытная	2-я опытная
Предубойная масса, кг	$373,00 \pm 2,65$	$378,67 \pm 2,60$
Масса туши, кг	$189,33 \pm 2,33$	$196,00 \pm 2,08$
Масса жира, кг	$8,70 \pm 0,31$	$9,03 \pm 0,29$
Убойная масса, кг	$198,03 \pm 2,63$	$205,03 \pm 2,37$
Выход туши, %	$50,76 \pm 0,27$	$51,76 \pm 0,21$
Выход жира, %	$2,33 \pm 0,07$	$2,38 \pm 0,06$
Убойный выход, %	$53,09 \pm 0,33$	$54,14 \pm 0,27$

Анализ данных контрольного убоя бычков показал, что предубойная масса у животных 2-й опытной группы больше по сравнению с 1-й опытной группой – на 1,52 %, а по массе парной туши – на 3,52 %, соответственно массе жира – на 3,79 %. В итоге убойная масса что в 1-й опытной группе была получена в среднем –  $198,03 \pm 2,63$  кг, против показателя у 2-й опытной группы в  $205,03 \pm 2,37$  кг. Качественные характеристики мясной продуктивности отражается в показателях выхода туши и жира, так в 1-й опытной группе они были на уровне 50,76 % и 2,33 %; эти же показатели у 2-й, 1-й опытных групп были равны 51,76 % и 2,38 % соответственно. Убойный выход по группам составил в 1-й опытной группе – 53,09 %, а во 2-й опытной группе – 54,14 %. Высокая энергия роста и повышение мясной продуктивности бычков обеспечиваются более эффективным использованием пастбищного периода в совокупности скормливанием в этот период концентрированных кормов. Разные схемы кормления отразились на рентабельности выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота (табл. 4).

Таблица 4

**Анализ экономической эффективности схем кормления молодняка крупного рогатого скота на мясо**

Показатель	Группы	
	1-я опытная	2-я опытная
Живая масса гол. при постановке на опыт, кг	108,9	108,5
Живая масса гол. при снятии с опыта, кг	394,8	400,6
Убойная масса, кг	198	205
Убойная масса по группе, кг	1980	2050
Убойная масса по группе, кг	–	70
Розничная цена кг говядины, руб.	575	575
Стоимость по группе, руб.	1138672,5	1178922,5
Производственные затраты, руб.	972375,0	972375,0
Прибыль по группе, руб.	166297,5	206547,5
Уровень рентабельности, %	17,10	21,24

Анализ данных научно-хозяйственного опыта показал, что затраты на содержание животных окупаются за счет получения дополнительной продукции, что отражается и на повышении уровня рентабельности выращивания и откорма животных.

### **Заключение**

В научно-хозяйственном опыте установлено, что вторая схема кормления молодняка крупного рогатого скота обеспечивает получение большей живой массы и повышение мясной продуктивности за счет рационального использования пастбищного сезона.

### **Список источников**

1. Эффективность мясного скотоводства в России. URL: <https://meatinfo.ru/blog/effektivnost-myasnogo-skotovodstva-v-rossii-795> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Терентьева А.С. Мясное скотоводство в США: современное состояние, проблемы и перспективы // Россия и Америка в XXI веке – 2018. № 4. URL: <https://rusus.jes.su/s20705476000059-1-1/>. DOI 10.18254/S00000059-1-1
3. Дежина И.Г. Технологическая трансформация мясного и молочного скотоводства: аналитический доклад. Москва: Спутник +, 2022. 234 с

4. Актуальные вопросы развития мясного и молочного скотоводства в Российской Федерации. Парламентские слушания 22 марта 2018 г. Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/parliamentary/91585/> (дата обращения: 15.10.2023).
5. Farm Economy Preview: Beef Sector. Information based on FADN data 2012. European Commission. EU Agricultural and Farm Economics Briefs. [Электронный ресурс]. URL: [https://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/Beef\\_preview\\_final\\_web.pdf](https://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/Beef_preview_final_web.pdf) (дата обращения: 15.10.2023).
6. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Москва, 1985. 178 с.
7. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Москва, 2003. 250 с.
8. Методика изучения откормочных и мясных качеств крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП. Москва, 1968. 30 с.
9. Житенко П.Б. Оценка продуктов животноводства. Москва: Россельхозиздат, 1987. 70 с.
10. Левантин Д.Л. Теория и практика повышения мясной продуктивности в скотоводстве. Москва: Колос, 1966. 408 с.
11. Методические указания по апробации в условиях производства и расчету эффективности научно-исследовательских разработок и физиологии сельскохозяйственных животных // Методика ВАСХНИЛ. Москва, 1984. 15 с.
12. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 328 с.

УДК 636.2

ЕДН OOSMNK



## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗРАСТА ЖИВОТНЫХ НА КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО ООЦИТ-КУМУЛЮСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Зубова Татьяна Владимировна**, доктор биологических наук, профессор<sup>1</sup>,  
ORCID 0000-0002-8492-3130

**Семечкова Анна Вячеславовна**, аспирант<sup>1</sup>

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

**Аннотация.** Широкое использование различных вспомогательных репродуктивных технологий устранило многие преграды, которые ранее ограничивали размножение млекопитающих периодом между наступлением половой зрелости и репродуктивным старением. Системы получения эмбрионов *in vitro* теперь позволяют оплодотворять яйцеклетки очень молодых животных и культивировать эмбрионы, способные развиваться до нормального потомства, хотя и с несколько меньшей эффективностью по сравнению с яйцеклетками взрослых самок. Они также могут преодолеть бесплодие, связанное с возрастом животных. Возраст донора яйцеклетки является важным фактором, влияющим на способность яйцеклетки к развитию. В данной статье проведен анализ влияния возраста коров и телок доноров на количество и качество ооцит-кумулусных комплексов. Цель настоящего исследования - оценка влияния возраста животных, на количество и качество ооцит-кумулусных комплексов.

В результате полученных исследований, среднее количество ооцит-кумулусных комплексов на самку голштинизированного скота черно-пестрой породы, полученных от телок 18 месячного возраста, на 1,5 ОКК меньше, чем в группе коров возрастом 2,5 года (8,7 против 10,2) и на 2,1 ОКК меньше в группе животных возрастом 3,5 лет (8,1 против 10,2) при этом относительное количество пригодных для оплодотворения ОКК от их общего количества, полученных от телок 18 месячного и коров возрастом 2-2,5 года и 3,5 года находится на уровне 64,7; 66,7 и 69,1% соответственно. Так же было установлено, что у молодых самок голштинизированного скота черно-пестрой



породы количество пригодных для оплодотворения ОКК, в среднем на 1 донора, выше на 12,3% и 16,1%, чем в группе самок более старшего возраста.

**Ключевые слова:** ооцит-кумулюсный комплекс (ОКК), корова-донор, голштинизированный скот черно-пестрой породы, трансплантация эмбрионов.

## ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ANIMAL AGE ON THE QUANTITY AND QUALITY OF OOCYTE-CUMULUS COMPLEXES

**Zubova Tatyana V.**, Doctor of Biological Sciences, Professor<sup>1</sup>,

ORCID 0000-0002-8492-3130

**Semechkova Anna V.**, PhD student<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** The widespread use of various assisted reproductive technologies has eliminated many barriers that previously limited mammalian reproduction to the period between puberty and reproductive aging. In vitro embryo production systems now make it possible to fertilize the eggs of very young animals and form embryos capable of developing into normal offspring, although with slightly lower efficiency compared to the eggs of adult females. They can also overcome infertility related to the age of the animals. The age of the egg donor is an important factor affecting the ability of the egg to develop. This article analyzes the influence of the age of donor cows on the quantity and quality of oocyte-cumulus complexes. The purpose of this study is to assess the effect of animal age on the quantity and quality of oocyte-cumulus complexes.

As a result of the studies, the average number of oocyte-cumulus complexes per female of the black-mottled Holstein breed obtained from heifers of 18 months of age is 1.5 OCC less than in the group of cows aged 2.5 years (8.7 vs. 10.2) and 2.1 OCC less in the group of animals aged 3.5 years (8.1 vs. 10.2) at the same time, the relative number of OCCs suitable for fertilization from their total number obtained from heifers of 18 months and cows aged 2-2.5 years and 3.5 years is at the level of 64.7, 66.7 and 69.1% respectively. It was also found that in young females of the black-and-white Holstein breed, the number of suitable OCCs for fertilization, on average per 1 donor, is 12.3% and 16.1% higher than in the group of older females.

**Keywords.** Oocyte-cumulus complex (OCC), donor cow, black-and-white Holstein cows, embryo transplantation.

## Введение

Яйцеклетки могут подвергаться двум типам старения. Первое вызвано воздействием состарившегося микроокружения яичников перед овуляцией, известное как "репродуктивное старение матери", а второе - либо длительным пребыванием в яйцеводе перед оплодотворением, либо старением *in vitro* перед оплодотворением, известным как "постовуляторное старение". Однако молекулярные механизмы, лежащие в основе этих процессов старения, еще предстоит выяснить.

Возрастные аномалии яйцеклеток включают:

а) мейотическую недостаточность, или неспособность завершить мейотическое созревание, в результате чего яйцеклетки не способны к оплодотворению;

б) ошибки в мейозе, которые могут быть совместимы с оплодотворением, но приводят к генетическим аномалиям, ставящим под угрозу жизнеспособность эмбриона;

в) цитоплазматические дефекты, которые проявляются на нескольких стадиях развития до или после оплодотворения.

Исследования по выявлению специфических цитоплазматических недостатков ювенильных яйцеклеток могут позволить модифицировать условия культивирования для устранения таких недостатков и, таким образом, повысить способность к развитию. Использование яйцеклеток от взрослых доноров для вспомогательной репродукции может иметь множество применений, таких как продление репродуктивной жизни отдельных старых самок, потомство которых все еще имеет высокую коммерческую ценность, и сохранение генетических ресурсов, таких как редкие породы домашнего скота и виды, находящиеся под угрозой исчезновения. В целом, фертильность коров снижается с возрастом. В большинстве исследований подчеркивается важность хромосомных аномалий из-за хорошо известного увеличения анеуплоидии с увеличением возраста матери, но мало что известно о лежащих в основе клеточных и молекулярных механизмах. Исследования, направленные на выявление специфических недостатков развития яйцеклеток от молодых доноров и аномалий развития яйцеклеток от возрастных животных, помогут преодолеть существующие узкие места, ограничивающие эффективность технологий вспомогательной репродукции.

Такие исследования также будут иметь решающее значение для разработки новых технологий на основе яйцеклеток для преодоления бесплодия и, возможно, устранения хромосомных аномалий у животных [1].

Доказано, что «мейотическая способность созревших в пробирке яйцеклеток человека зависит от возраста донора: свидетельство того, что фолликулогенез нарушен в яичнике репродуктивного возраста» [2].

Проведены исследования по влиянию возраста матери на количество копий митохондриальной ДНК, содержание АТФ и исход ЭКО в ооцитах крупного рогатого скота [3].

Группой ученых были проведены исследования по изучению влияния возраста матери (в месяцах) на количество копий митохондриальной ДНК, содержание АТФ и исход ЭКО в ооцитах крупного рогатого скота. В своих исследованиях они пришли к выводу, что «эмбрионы крупного рогатого скота способны регулировать содержание митохондриальной ДНК на стадии бластоцисты независимо от количества копий, накопленных во время оогенеза [4].

Митохондриальную дисфункцию можно разделить на качественную и количественную, и соотношение митохондриальной ДНК к количеству копий митохондрий, было одним из количественных показателей. В исследованиях на животных моделях корреляция между репродуктивным старением и снижением количества копий митохондрий наблюдалась на моделях мышей и коров [5; 6; 7].

«Клеточная гипоксия существенно подавляет экспрессию митохондриальных генов, а снижение количества митохондрий, вызванное старением и гипоксией, может быть основной причиной бесплодия у старых животных» [8].

Было показано, что «Митохондриальная ДНК, кодирующая субъединицы дыхательного комплекса, необходимые для снабжения клеток энергией, способствует созреванию ооцитов и эмбриональному развитию» [9]. Таким образом, сообщалось, что «содержание митохондриальной ДНК и АТФ увеличивалось во время созревания ооцитов крупного рогатого скота, в то время как созревание *in vitro* (IVM) на ооцитах свиней продемонстрировало, что количество копий митохондриальной ДНК увеличивалось от стадии *GV* до стадии *MII*. С другой стороны, было показано, что нарушения в снабжении энергией из-за митохондриальной дисфункции ответственны за неблагоприятные исходы, включая неудачу созревания, неудачу

оплодотворения и аномальную сегрегацию хромосом, усиливая важную роль митохондриальной ДНК в успешном размножении» [10; 11].

В совокупности митохондриальная дисфункция и окислительный стресс, несомненно, вносят важный вклад в старение яйцеклеток в яичниках.

Воздействие на яйцеклетки состарившегося микроокружения яичников вызывает возрастозависимый процесс, известный как «репродуктивное старение» [12], или «старение матери». С другой стороны, длительное пребывание ооцитов в яйцеводе перед оплодотворением или культивирование *in vitro* перед оплодотворением включает зависимый от времени процесс старения, известный как постовуляторное старение [13]. Известно, что постовуляторное старение яйцеклеток, когда они остаются неоплодотворенными в яйцеводе в течение длительного времени после овуляции, значительно влияет на развитие яйцеклеток млекопитающих *in vivo* [14].

Многие исследования метода *in vivo* показали, что такое постовуляторное старение часто приводит к снижению процента оплодотворения [15], при этом предел оптимального оплодотворения определен у мыши (8–12 ч) и человека (24 ч) [16].

С другой стороны, постовуляторное старение яйцеклеток *in vitro* в результате длительного культивирования яйцеклеток *in vitro* перед оплодотворением является клинической проблемой, приобретающей все большее значение. Некоторые исследователи предложили “спасательную” интрацитоплазматическую инъекцию спермы (ИКСИ) для яйцеклеток, что дает возможность преодоления мужского фактора бесплодия.

Экстренная ИКСИ через 6 ч после оплодотворения дает лучшие показатели оплодотворения; однако частота наступления беременности и имплантации снижается при экстренной ИКСИ через 22 ч после оплодотворения, когда яйцеклетки стареют [17].

Количество митохондрий в яйцеклетке и их функции снижаются с возрастом. Такие многогранные функции поддерживают несколько процессов во время созревания яйцеклеток, начиная от снабжения энергией и заканчивая синтезом стероидных гормонов. Следовательно, неудивительно, что сообщалось об их нарушении как при физиологическом, так и при преждевременном старении яичников, при котором они играют решающую роль в процессах апоптоза, возникающих в состарившихся яичниках. В любой форме старение яичников подразумевает

прогрессирующее повреждение структуры митохондрий и активности в отношении зародышевых и соматических клеток яичников. Дисбаланс циркулирующих гормонов и пептидов (например, гонадотропинов, эстрогенов, АМГ, активинов и ингибинов), активных вдоль оси гипофиз – яичники, представляет собой биохимический признак старения яичников. Несмотря на прогресс, достигнутый в определении ключевой роли митохондрий их модуляция гормональными сигнальными путями, участвующими в старении яичников, изучена слабо и случайным образом.

Тем не менее характеристика этого механизма имеет решающее значение для молекулярного определения роли митохондриальной дисфункции в физиологическом и преждевременном старении яичников соответственно.

Однако это довольно сложно с учетом того, что пути, связанные со старением яичников, могут влиять на митохондрии напрямую или путем изменения активности, стабильности и локализации белков, контролирующих динамику и функции митохондрий, либо нарушая баланс других клеточных медиаторов, высвобождаемых митохондриями, таких как некодирующие РНК (нкРНК). Исследователи сосредоточились на митохондриальных нкРНК, которые ретранслируются из митохондрий в ядро, как активных участниках старения, и описывают их роль в ядерно-митохондриальных перекрестных помехах и их модуляции гормонозависимыми путями гипофиз-яичники. [18].

Другими учеными были использованы новые микросенсоры для оценки влияния возраста животного на метаболическую функцию отдельной яйцеклетки и эмбриона, которая еще не была аналогичным образом исследована у разных видов млекопитающих. Предположено, что старение самки лошадей влияет на метаболическую функцию яйцеклеток и ранних эмбрионов, полученных *in vitro*, количество копий митохондриальной ДНК (мтДНК) в яйцеклетках и относительное содержание метаболитов, участвующих в энергетическом обмене в яйцеклетках и кумулюсных клетках. Образцы были взяты из преовуляторных фолликулов молодых ( $\leq 14$  лет) и старых ( $\geq 20$  лет) кобыл. Относительное содержание метаболитов в ооцитах метафазы II (MII) и соответствующих им кумулюсных клетках, обнаруженных с помощью жидкостной и газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией, показало, что свободных жирных кислот было меньше в ооцитах и больше в кумулюсных клетках у старых кобыл, по сравнению с молодыми. Количественная оценка аэробного и анаэробного метаболизма, измеряемая, соответственно, как скорость потребления кислорода и скорость

внеклеточного подкисления в микрокамере, содержащей микросенсоры кислорода и pH, продемонстрировала снижение на 2-й день метаболической функции и потенциала в яйцеклетках и эмбрионах, происходящих из яйцеклеток старых кобыл, по сравнению с молодыми кобылами. В зрелых яйцеклетках мтДНК определялась количественно с помощью ПЦР в реальном времени и не отличалась между возрастными группами и не указывала на функцию митохондрий. Значительно большее количество ооцитов от молодых кобыл, получаемых при инъекции спермы, чем от старых, приводило к образованию бластоцист. Эти результаты демонстрируют снижение метаболической активности яйцеклеток и эмбрионов, что потенциально способствует нарушению способности к развитию и фертильности у пожилых самок [19].

Исследования по выявлению специфических цитоплазматических недостатков ювенильных яйцеклеток могут позволить модифицировать условия культивирования для устранения таких недостатков и, таким образом, повысить способность к развитию. Использование яйцеклеток от взрослых доноров для вспомогательной репродукции может иметь множество применений, таких как продление репродуктивной жизни отдельных старых самок, потомство которых все еще имеет высокую коммерческую ценность, и сохранение генетических ресурсов, таких как редкие породы домашнего скота и виды, находящиеся под угрозой исчезновения. В целом фертильность коров снижается с возрастом.

### **Материалы и методы**

Цель настоящего исследования – оценка влияния возраста животных на количество и качество ооцит-кумулюсных комплексов.

Метод *in vitro* является современным и перспективным способом получения эмбрионов крупного рогатого скота. Он позволяет ускорить процесс селекции и разведения, сохранить и улучшить генетическое наследие, а также обеспечить высокую продуктивность и качество потомства. Правильное применение этой технологии способствует развитию современного животноводства и улучшает конкурентоспособность отрасли.

Одним из способов, используемых для получения эмбрионов крупного рогатого скота, является трансвагинальная аспирация ооцитов. Этот способ позволяет получить ооцит-кумулюсные комплексы (ОКК) без необходимости хирургического вмешательства и минимизирует риск для животного.



Для проведения эксперимента были отобраны (ОКК) у доноров крупного рогатого скота. Донорам перед процедурой аспирации проводилась эпидуральная анестезия новокаином (2%), в дозе 5 мл – коровам и 3 мл – телкам (рис. 1).



Рис. 1. Процедура гормональной стимуляции коров-доноров

После локализации фолликулов на экране УЗИ-аппарата проводится процедура на основе технологии *ovum pick-up* (OPU). Она заключается в извлечении ОКК из яичников (рис. 2а).

Для этого используется специальная пункционная игла 21G, которая вводится в яичник под контролем ультразвукового микроконвексного широкополосного зонда 8C-RS 6.0-10.0 МГц (ультразвуковой аппарат LOGIQ V2), вводимого вагинально. Аспирация ОКК осуществляется при помощи вакуумного насоса, отрегулированного на вакуум 80 мм рт. ст.

Ооциты, находящиеся в фолликулах, извлекались в пробирку и доставлялись в лабораторию при температуре 37,7°C. Транспортировка материала длилась 20–25 минут в специализированном транспортировочном инкубаторе с поддержанием постоянной температуры в среде *OPU*, которая состоит из раствора Дюльбекко (450 мл) с добавлением *BSA* (4 мг), гепарина (2,5 мл) и гентамицина (200 мкл).

Ооцит-кумуляусные комплексы (рис. 2б) выделяли путем аспирации содержимого фолликулов диаметром 3–6 мм и помещали в чашки Петри со средой TC-199с 5-процентной фетальной сыворотки крупного рогатого скота.



Рис. 2. Ооцит-кумулусные комплексы: а) аспирация; б) комплексы

Для экспериментов отбирали ооциты округлой формы со светлой гомогенной ооплазмой, равномерной по ширине зоной пеллюцида, окруженные многослойным компактным кумулюсом. Все манипуляции с ооцит-кумулусными комплексами и их морфологическую оценку выполняли под стереомикроскопом в асептических условиях при температуре 37°C.

### Результаты

В данном исследовании не учитывались: уровень молочной продуктивности, рационы, качество кормов, ветеринарное сопровождение, сезон и многие другие факторы, которые влияют на качество и количество аспирируемых ооцит-кумулусных комплексов.

Физиологическая зрелость наступает у телок в 15—19 месяцев при живой массе 320–380 кг. В наших исследованиях телки достигли физиологической зрелости в возрасте 18 месяцев. Влияние возраста самки-донора на выход ооцит-кумулусных комплексов у самок черно-пестрой породы представлены в таблице 1.

Ооцит-кумулусных комплексов от 10 самок в возрасте 18 месяцев было получено на 17,2% больше, чем у животных в возрасте 2,5 года.

Пригодных для оплодотворения ооцит-кумулусных комплексов у самок в возрасте 18 месяцев в среднем на одного донора было на 12,1% выше, чем в возрасте 2,5 года и на 15,1%, чем у животных в возрасте 3,5 года.

Таблица 1

Влияние возраста самки-донора на выход ооцит-кумулюсных комплексов

Группа	Возраст	Кол-во самок-доноров	ОКК всего	ОКК всего (среднее на 1-го донора)	ОКК всего, пригодных для оплодотворения	ОКК, пригодные для оплодотворения (в среднем на 1 донора)
1-я	18 мес.	10	102	10,2	66 (64,7%)	6,6
2-я	2,5 года	10	87	8,7	58 (66,7%)	5,8
3-я	3,5 года	10	81	8,1	56 (69,1%)	5,6

### Заключение

1. Среднее количество ооцит-кумулюсных комплексов на самку черно-пестрой голштинизированной породы, полученных от телок 18-месячного возраста, на 1,5 ОКК меньше, чем в группе коров возрастом 2,5 года (8,7 против 10,2), и на 2,1 ОКК меньше в группе животных возрастом 3,5 года (8,1 против 10,2). При этом относительное количество пригодных для оплодотворения ОКК от их общего количества, полученных от телок 18-месячного и коров возраста 2-2,5 года и 3,5 года, находится на уровне 64,7, 66,7 и 69,1% соответственно.

2. У молодых самок черно-пестрой голштинизированной породы количество пригодных для оплодотворения ОКК в среднем на 1 донора выше на 12,3% и 16,1%, чем в группе самок более старшего возраста.

Несмотря на имеющиеся данные о возрастных аномалиях в яйцеклетках, остается до конца не ясным, являются ли эти аномалии следствием прижизненного накопления молекулярного и клеточного повреждения в ооцитах или они имеют другие причинные факторы, такие как внутрифолликулярная среда, которая поддерживает рост и развитие гаметы с потенциалом к развитию в жизнеспособный организм, способный к воспроизводству.

### Список источников

1. Erickson B.H., Reynolds R.A., Murphrey R.L. Ovarian characteristics and reproductive capacity of an elderly cow. Biological issue. 1976. № 15 (4). P. 555-60. DOI 10.1095/Biological issue 15.4.555. Identification number: 974208. Armstrong T.D. et al., 2001.

2. Goldfarb J., Woods L., Abdul-Karim F.W., Hunt P. Hum Reprod. 1998 . № 13(1). P. 154-60. DOI 10.1093/humrep/13.1.154. PMID: 9512249.
3. The influence of the mother's age on the number of copies of mitochondrial DNA, ATP content and the result of IVF in cattle oocytes / H. Iwata, H. Goto, H. Tanaka, Y. Sakaguchi, K. Kimura, T. Kuwayama, Y. Manji // Resell Fertil Dev. 2011. № 23(3). P. 424-32. DOI 10.1071/RD10133.
4. Mitochondrial DNA depletion of the embryo is reversed during early embryogenesis in cattle / M.R. Chiaratti, F.F. Bressan, Ferreira K.R., A.R. Cayetano, L.K. Smith, A.E. Vercesi, F. V. Meirell // Bioproduction. 2010. T. 82, Vol. 1. P. 76–85. DOI 10.1095/biolreprod.109.077776.
5. Synergistic power of genomic selection, assisted reproductive technologies, and gene editing to drive genetic improvement of cattle / M.L. Mueller, A.E. Van Eenennaam // CABI Agriculture and Bioscience. 2022. № 3. P. 13. DOI 10.1186/s43170-022-00080-z.
6. Зиновьева Н.А., Позябин С.В., Чинаров Р.Ю. Вспомогательные репродуктивные технологии: история становления и роль в развитии генетических технологий в скотоводстве (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2020. № 55(2). С. 225–242. DOI 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus.
7. Van Eenennaam A.L. Application of genome editing in farm animals: cattle // Transgenic Res. 2019. № 28. P. 93–100. DOI 10.1007/s11248-019-00141-6.
8. The reduced content of mitochondrial DNA correlates with poor clinical outcomes in cryopreservation of single euploid embryos on day 6. Anterior endocrinola / TAE Zhang, Sai Chen, K.S. Kuan, H.H. Lai, K.L. Xie, M.J. Li, Y.T. Liang, Y.J. Chang, Sai Chen, SU Chen. Lausanne, 2023. (January) № 4, Vol. 13. P. 1066530. DOI 10.3389/fendo.2022.1066530.
9. Comparison of cryopreservation and micro-volume air cooling methods for cryopreservation of mature eggs and blastocysts of cattle / N. Anikul, K. Sri rattana, U. Aikawa, S. Sangsritawong, T. Nagai etc. // J Reprod Dev. 2015. № 61(5). P. 431–437. DOI 10.1262/jrd.2014-163.
10. The effect of cellular lipids on cryopreservation of mammalian oocytes and preimplantation embryos: a review / S. Mstislavsky, V. Mokrousova, E. Brusentsev, K. Okotrub, P. Comizzoli // Biobank of the Bioreserve. 2019. № 17(1). P. 76–83. doi: 10.1089/bio.2018.0039.
11. Cellular and molecular aspects of ovarian follicle aging / S. Tatone, F. Amicarelli, M.K. Carbone, P. Monteleone, D. Caserta, R. March, P.G. Bartini, P. Piombino, R.

- Focarelli // Update Hum Reprod. 2008. Vol. 14, № 2. P. 131–142. DOI 10.1093/humupd/dmm048.
12. Resveratrol: its biological targets and functional activity / S. Pervaiz, Holme et al. // An antioxidant research signal. 2009. № 11. P. 2851–97. DOI 10.1089/ars.2008.2412.
13. Tarin J.J., Perez-Albala S., Kano A.: Consequences for offspring of abnormal function of aging gametes // Update Hum Reprod. 2000. № 6. P. 532–549. DOI 10.1093/humupd/6.6.53.
14. Expression of the exocytotic protein syntaxin in mouse eggs / K. Iwahashi, N. Kuji, T. Fujiwara, H. Tanaka, J. Takahashi, N. Inagaki, S. Komatsu, A. Yamamoto, Yu. Yoshimura, K. Nakagawa // Reproduction. 2003. Vol. 126. P. 73–81. DOI 10.1530/rep.0.1260073.
15. Miao Ili, Kikuchi K., Sun Gyu, Brown-haired H. Egg aging: cellular and molecular changes, development potential and the possibility of reversal // Update Hum Reprod. 2009. № 15. P. 573–585. DOI 10.1093/humupd/dmp014.
16. Chen S., Katera S. Rescue ICSI of eggs that could not pull out the second polar body 6 hours after fertilization with conventional IVF // Hum Reprod. 2003. № 18. P. 2118–2121. DOI 10.1093/humrep/deg325.
17. Ovarian aging: the role of hormones of the pituitary-ovarian axis and ncRNA in regulating the activity of ovarian mitochondria / M. Colella, D. Cuomo, T. Peluso, I. Phalanx, M. Mallardo, M. De Felice, S. Ambrosino // Front Endocrinol (Lausanne). 2021. Vol. 16, № 12. P. 791071. DOI 10.3389/fendo.2021.791071.
18. Maternal aging in horses affects the lipid content of eggs, metabolic function and developmental potential / G.D. Katandi, Y.M. Obeidat, K.D. Brockling, T.V. Chen, A.J. Cicco, E.M. Carnevale // Reproduction. 2021. Vol. 161, № 4. P. 399–409. DOI 10.1530/REP-20-0494.



УДК 636.6

ЕДН AOLNSW



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

**Кишняйкина Елена Анатольевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии<sup>1</sup>

**Князева Юлия Владимировна**, аспирант<sup>1</sup>, технолог<sup>2</sup>

**Борисова Ярослава Андреевна**, студент<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Новосафоновская ПФ, пос. Новосафоновский, Прокопьевский муниципальный округ, Кемеровская область – Кузбасс, Россия

**Аннотация.** В статье представлен обзор современных исследований по применению бетулиновой кислоты в птицеводстве. Рассмотрены биологические свойства данного соединения, его влияние на здоровье, продуктивность и качество продукции сельскохозяйственной птицы. Проанализированы перспективы использования бетулиновой кислоты в качестве кормовой добавки и потенциального заменителя антибиотических стимуляторов роста, обладающего противовоспалительными, противовирусными, гепатопротекторными, аниоксиданными и цитотоксическими свойствами. Экспериментально выявленные эффекты по профилактическому введению бетулиновой кислоты в рацион цыплят, установили снижение уровня триглицеридов и холестерина в печени, улучшили детоксикационную функцию печени, что во многом определяет эффективность конверсии корма и продуктивность птицы. Иммуномодулирующее действие бетулиновой кислоты связано с ее способностью активировать клеточные и гуморальные механизмы иммунной защиты. Также доказано учеными, что природное соединение - бетулиновая кислота лишена мутагенной, иммунотоксической, аллергенной активности, в организме птицы она полностью метаболизируется и не накапливается в органах и тканях. Представленные в обзоре данные убедительно свидетельствуют о значительном потенциале использования бетулиновой кислоты для повышения стрессоустойчивости и продуктивного здоровья

птицы в условиях интенсивного ведения отрасли. Как полифункциональный биорегулятор природного происхождения, бетулиновая кислота оказывает нормализующее действие на широкий спектр обменных процессов, модулирует иммунную реактивность организма, обеспечивает дополнительную защиту от окислительного, кормового и технологического стрессов, что важно при реализации биоресурсного потенциала птицы.

## THE USE OF BETULINIC ACID IN POULTRY FARMING

**Kishnyaikina Elena A.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Zootechny<sup>1</sup>

**Knyazeva Yulia V.**, postgraduate student<sup>1</sup>, technologist<sup>2</sup>

**Borisova Yaroslava A.**, student<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>Village Novosafonovsky, Prokopyevsky Municipal District, Kemerovo Region – Kuzbass, Russia

**Abstract.** The article presents an overview of modern studies on the use of betulinic acid in poultry farming. The biological properties of this compound, its effect on health, productivity and quality of poultry products are considered. The prospects for using betulinic acid as a feed additive and a potential substitute for antibiotic growth stimulants, which has anti-inflammatory, antiviral, hepatoprotective, anoxidant and cytotoxic properties, are analyzed. The experimentally identified effects of prophylactic introduction of betulinic acid into the diet of chickens, established a decrease in the level of triglycerides and cholesterol in the liver, improved the detoxification function of the liver, which largely determines the efficiency of feed conversion and poultry productivity. The immunomodulatory effect of betulinic acid is associated with its ability to activate cellular and humoral mechanisms of immune defense. It has also been proven by scientists that the natural compound - betulinic acid is devoid of mutagenic, immunotoxic, allergenic activity, it is completely metabolized in the bird's body and does not accumulate in organs and tissues. The data presented in the review convincingly indicate the significant potential for using betulinic acid to improve stress resistance and productive health of poultry in conditions of intensive industry management. As a polyfunctional bioregulator of natural origin, betulinic acid has a normalizing effect on a wide range of metabolic processes, modulates the immune reactivity of the body, provides additional protection from oxidative,



feed and technological stresses, which is important when realizing the bioresource potential of poultry.

**Ключевые слова:** бетулиновая кислота, птицеводство, кормовые добавки, антиоксиданты, иммуномодуляторы, качество мяса птицы.

**Keywords:** betulinic acid, poultry farming, feed additives, antioxidants, immunomodulators, poultry meat quality.

### **Введение**

Современное птицеводство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса. Высокий спрос на продукты птицеводства обусловлен их высокой питательной ценностью, диетическими свойствами и относительно низкой стоимостью производства. Для удовлетворения растущих потребностей населения в высококачественном белке птицеводческие предприятия постоянно наращивают объемы производства, внедряют инновационные технологии содержания и кормления птицы [1–3].

Интенсификация птицеводства, обусловленная необходимостью обеспечения растущего населения полноценными белковыми продуктами питания, неизбежно сопряжена с возрастанием стрессовой нагрузки на организм высокопродуктивной птицы. Действие стресс-факторов различной природы (кормовых, технологических, микроклиматических) приводит к нарушению метаболического и иммунного статуса, снижению продуктивности и сохранности поголовья [13, с. 67].

Стресс является неспецифической реакцией организма на действие чрезвычайных раздражителей, нарушающих его гомеостаз. У птицы стресс проявляется комплексом физиологических, биохимических и поведенческих изменений, направленных на адаптацию к неблагоприятным факторам среды. Однако при длительном или чрезмерном воздействии стрессоров адаптационные механизмы истощаются, что приводит к развитию патологических состояний и снижению продуктивных качеств птицы.

Актуальной задачей является поиск эффективных и безопасных кормовых средств, способных минимизировать последствия стрессов и реализовать генетический потенциал современных кроссов птицы. Особый интерес в этом плане представляют биологически активные вещества природного происхождения, в частности - бетулиновая кислота. Цель данного

исследования заключается в научном и практическом обосновании использования бетулиной кислоты в птицеводстве.

### **Материалы и методы**

При написании обзорной статьи использовались, анализировались и систематизировались материалы зарубежных и российских авторов по исследованию бетулиновой кислоты в птицеводстве.

### **Результаты**

По мнению М.С. Воронкова, в последние годы регистрируется большое количество болезней животных, которые сопровождаются или возникают на основе нарушений иммунореактивности организма. Интересен положительный опыт применения растительных тритерпеноидов в ветеринарной практике в качестве иммуностимуляторов при различных патологических состояниях у животных разных видов. Весьма перспективными объектами для разработки новых лекарственных препаратов, в том числе и ветеринарных, являются лупановые тритерпеноиды, а именно: бетулоновая и бетулиновая кислоты [2,с.136].

Растительные метаболиты вторичного происхождения представляют собой уникальный источник биологически активных соединений с широким спектром фармакологических свойств [15]. Эти вещества выполняют важные экологические функции в жизни растений, участвуя в процессах роста, развития, защиты от неблагоприятных факторов биотической и абиотической природы.

Тритерпены — это класс природных соединений, широко распространенных в растениях, с потенциальными противовоспалительными, гепатопротекторными, антиоксидантными, противораковыми, противовирусными или цитотоксическими свойствами [17]. Бетулиновая кислота представляет собой пентациклический тритерпен со структурой люпина. Ее можно найти в растительных источниках, включая бересту, листья остролистных растений и семена зизифуса [18]. Бетулиновая кислота - пентациклический тритерпеноид лупанового ряда, широко распространенный в растительном мире. Основным сырьевым источником для ее получения служит береста - верхний слой коры березы, содержащий до 30% бетулина, который путем ряда химических превращений трансформируют в бетулиновую кислоту [14].

В научной работе А. В. Орлова и других авторов по способу получения бетулиновой кислоты установлено, что это соединение обладает широким спектром фармакологической активности, включая антиоксидантное, противовоспалительное, гепатопротекторное и иммуномодулирующее действие [10]. Бетулиновую кислоту обычно получают из растительных источников, таких как береза, эвкалипт и платан. Однако хорошо известно, что низкая концентрация в растительных источниках ограничивает его исследование и применение. Для решения этих проблем в настоящее время все больше исследований сосредоточено на создании новых методов синтеза, таких как химический синтез, биотрансформация, метаболическая инженерия и т. д. [19] Новые производные в основном используются в качестве противоопухолевых средств, но существуют и другие биологические применения, такие как противомаларийная активность, доставка лекарств в заданную область организма, визуализация биологических процессов и т. д. [16].

Фармакологические эффекты бетулиновой кислоты во многом обусловлены особенностями ее химической структуры. Наличие пентациклического углеродного скелета и функциональных групп определяет высокую липофильность молекулы и способность встраиваться в биомембраны клеток, модулируя их проницаемость и передачу внутриклеточных сигналов. Карбоксильная группа и гидроксильные группы обеспечивают возможность образования водородных связей с полярными группами белков-мишеней, рецепторов и ферментов.

Окислительный стресс является универсальным механизмом повреждения клеток при различных патологических состояниях. Он возникает в результате дисбаланса между продукцией активных форм кислорода и активностью систем антиоксидантной защиты организма. Избыточные активные формы кислорода вызывают окислительную модификацию липидов, белков и нуклеиновых кислот, нарушают структуру и функции биомембран, запускают каскад воспалительных реакций. Антиоксиданты, способные нейтрализовать активные формы кислорода и прерывать цепные свободнорадикальные реакции, рассматриваются как перспективные средства профилактики и терапии заболеваний, ассоциированных с окислительным стрессом.

По мнению L. Zhu и других зарубежных ученых, антиоксидантные свойства бетулиновой кислоты представляют особый интерес в контексте

профилактики технологических стрессов в птицеводстве. Активация процессов свободнорадикального окисления под влиянием стресс-факторов (плотность посадки, микроклимат, вакцинации) приводит к избыточному образованию активных форм кислорода, повреждению клеточных структур и снижению антиоксидантной защиты организма. Бетулиновая кислота, являясь эффективным перехватчиком свободных радикалов, способствует поддержанию восстановленных и окисленных форм молекул клеток и предотвращает развитие окислительного стресса у птицы [20].

Механизмы антиоксидантного действия бетулиновой кислоты связаны с ее способностью непосредственно взаимодействовать с АФК, хелатировать ионы переходных металлов, катализирующих окислительные реакции, повышать активность и экспрессию генов антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, гемоксигеназа-1). Кроме того, бетулиновая кислота способна активировать редокс-чувствительные факторы транскрипции (Nrf2, FOXO), которые регулируют работу эндогенной антиоксидантной системы клетки [20].

Печень играет центральную роль в метаболизме птицы, выполняя ключевые функции синтеза, депонирования, биотрансформации и экскреции различных соединений эндогенной и экзогенной природы. Высокая метаболическая активность гепатоцитов и их уникальное положение между кровеносной системой и желудочно-кишечным трактом делают печень особенно уязвимой к действию токсических веществ, поступающих с кормом и образующихся в процессе обмена веществ. Нарушения структуры и функций печени негативно сказываются на продуктивности и здоровье птицы, поэтому поиск эффективных гепатопротекторов является актуальной задачей птицеводства.

Группа ученых по изучению влияния бетулина и его производных в сравнении с растительными препаратами на гистоструктуру печени кур-несушек при гепатозах, установили, что в настоящее время для профилактики гепатозов используют препараты, обладающие гепатопротекторным действием как синтетического так и растительного происхождения. Оценка эффективности такой профилактики основывается на учёте восстановления продуктивности, реже на результатах гематологического исследования, а гистологический метод применяется редко. При этом сведения о гистоструктурных изменениях в печени птиц могут быть использованы в качестве одного из критериев оценки эффективности профилактики и лечения

гепатозов. Одним из гепатопротекторов растительного происхождения является бетулин [1, с. 227]

Гепатопротекторный потенциал бетулиновой кислоты обусловлен ее способностью уменьшать проявления жировой дистрофии печени, возникающей вследствие интенсивного липогенеза у бройлеров. Экспериментально доказано, что профилактическое введение бетулиновой кислоты в рацион цыплят снижает уровень триглицеридов и холестерина в печени, улучшает ее детоксикационную функцию и повышает устойчивость к повреждающим факторам [5]. Выявленные эффекты имеют большое значение для птицеводства, поскольку морфофункциональное состояние печени во многом определяет эффективность конверсии корма и продуктивность птицы.

В основе гепатопротекторного действия бетулиновой кислоты лежит ее способность оптимизировать баланс между процессами повреждения и регенерации клеток печени. С одной стороны, бетулиновая кислота уменьшает интенсивность перекисного окисления липидов и образования провоспалительных цитокинов в гепатоцитах, с другой - стимулирует пролиферацию и дифференцировку клеток-предшественников, активирует синтез белков и фосфолипидов клеточных мембран. Важную роль в реализации гепатопротекторных свойств бетулиновой кислоты играет ее способность индуцировать экспрессию цитопротекторных белков (белков теплового шока, гемоксигеназы-1), а также ферментов детоксикации ксенобиотиков системы цитохрома P450.

Иммунная система птицы представляет собой сложный многокомпонентный механизм, обеспечивающий защиту организма от патогенов и поддержание антигенного гомеостаза. Она включает органы центрального и периферического иммунитета, различные популяции иммунокомпетентных клеток (лимфоциты, макрофаги, дендритные клетки и др.), секретируемые ими гуморальные факторы (антитела, цитокины, система комплемента). Функциональная активность иммунной системы зависит от множества факторов, включая генетические особенности птицы, ее видовую принадлежность, возраст, условия содержания и кормления. Иммуномодуляторы способны целенаправленно влиять на различные звенья иммунного ответа, повышая устойчивость птицы к инфекционным заболеваниям и эффективность вакцинопрофилактики. В современной практике животноводства ощущается острая нехватка комплексных

вакцинных агентов, нацеленных на профилактику мультиплексных патологий [4, с. 35].

В контексте данной проблематики, особый интерес представляет разработка кормовой добавки «Бетулакор» (патент № 2684308). Данное изобретение принадлежит сфере производства кормов и предназначено для использования в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Состав «Бетулакора» включает в себя этиловый алкоголь, бетулин в частицах размером менее 1 мкм, эмульгатор пищевой Твин-80, лимонную кислоту, эмульсионный стабилизатор Агар, глицерин в качестве влагоудерживающего агента и воду. Важной характеристикой является тщательное соблюдение пропорций компонентов для создания однородной суспензии.

Применение данного изобретения способно значительно повысить эффективность пищеварительных процессов, улучшить ассимиляцию нутриентов и активизировать общую иммунную реактивность организма [11, с. 1]. В сфере промышленного разведения птиц, особенно в сегменте производства яиц, наблюдается высокая производительность благодаря сосредоточению значительных объемов поголовья в замкнутых пространствах и внедрению передовых методик в области разведения и кормления птиц. Эти меры направлены на достижение оптимального выхода продукции при сведении к минимуму экономических затрат. Важно подчеркнуть, что для достижения таких результатов необходимо строгое соблюдение рационального и сбалансированного подхода к питанию птиц, а также проведение обязательных ветеринарных и санитарных процедур, направленных на профилактику заболеваний [7, 12, с. 277].

В работе М.В. Новикова и др. авторов установлено, что в результате применения кормовых добавок в корм, содержащих бетулин, наблюдалось стимулирование функциональной активности поджелудочной железы [9, с. 278].

Иммуномодулирующее действие бетулиновой кислоты связано с ее способностью активировать клеточные и гуморальные механизмы иммунной защиты. На модели вакцинированной птицы показано, что применение этой кормовой добавки повышает титры специфических антител, усиливает фагоцитарную активность макрофагов, увеличивает продукцию интерферонов и других цитокинов [6]. Стимулируя иммунный ответ, бетулиновая кислота способствует снижению заболеваемости птицы и повышению эффективности специфической профилактики инфекционных болезней [3, с. 592].



Исследования М.К. Гайнуллиной и А.В. Кузнецовой на бройлерах показывают, что бетулиновая кислота оказывает выраженное ростостимулирующее действие, повышая среднесуточные приросты на 7,5–12,1% и снижая затраты корма на 1 кг прироста на 5,6–9,3% [3].

Важно отметить, что при изучении влияния антибактериального средства и фитобиотика на основе бетулина на формирование мышечного волокна и качество мяса бройлеров, установлено, что анаболический эффект бетулиновой кислоты реализуется на фоне улучшения качества мясной продукции – увеличивается содержание протеина и незаменимых аминокислот в мышечной ткани, снижается уровень абдоминального жира, повышается влагоудерживающая способность мяса [8].

Молекулярные механизмы полифункционального защитного действия бетулиновой кислоты связаны с ее способностью регулировать экспрессию ключевых генов и активность сигнальных систем клетки (NF- $\kappa$ B, Nrf2, PPAR и др.), контролирующих процессы деления, дифференцировки, программируемой гибели клеток, а также синтез про- и антиоксидантных ферментов, медиаторов воспаления [14]. Результаты исследований транскрипционных эффектов бетулиновой кислоты позволяют лучше понять природу ее биологической активности и открывают новые перспективы целенаправленной регуляции обменных процессов у птицы.

По данным Е.Н. Рыжковой, благоприятный профиль безопасности выгодно отличает бетулиновую кислоту от синтетических стимуляторов роста, применение которых в животноводстве все больше ограничивается из-за риска канцерогенных и тератогенных эффектов, развития антибиотикорезистентности бактерий. Как природное соединение, бетулиновая кислота лишена мутагенной, иммунотоксической, аллергенной активности, в организме птицы она полностью метаболизируется и не накапливается в органах и тканях [13].

Представленные данные позволяют рассматривать бетулиновую кислоту как эффективную экологически безопасную кормовую добавку, использование которой открывает новые возможности реализации биоресурсного потенциала птицы в условиях технологического стресса. Вместе с тем, для успешного внедрения этого биологически активного вещества в систему кормления высокопродуктивной птицы необходимо проведение дополнительных исследований по оптимизации дозировок и



схем применения с учетом вида, возраста, направления продуктивности и физиологического состояния птицы.

Перспективным направлением дальнейших исследований является комбинированное использование бетулиновой кислоты с другими природными соединениями, обладающими синергидным протекторным действием (витамины-антиоксиданты, полифенолы, каротиноиды и др.). Это позволит создавать высокоэффективные кормовые композиции, одновременно воздействующие на различные звенья стрессорной реакции и потенцирующие положительный эффект отдельных компонентов [6].

Большой интерес представляет разработка инновационных систем доставки бетулиновой кислоты в организм птицы, обеспечивающих ее максимальную биодоступность и функциональную активность. Так, микрокапсулирование в липосомальные наночастицы позволяет увеличить растворимость и стабильность бетулиновой кислоты, улучшить ее всасывание в кишечнике, пролонгировать действие за счет контролируемого высвобождения.

Представленные в обзоре данные убедительно свидетельствуют о значительном потенциале использования бетулиновой кислоты для повышения стрессоустойчивости и продуктивного здоровья птицы в условиях интенсивного ведения отрасли. Как полифункциональный биорегулятор природного происхождения, бетулиновая кислота оказывает нормализующее действие на широкий спектр обменных процессов, модулирует иммунную реактивность организма, обеспечивает дополнительную защиту от окислительного, кормового и технологического стрессов.

В исследованиях М.В. Задорожной установлено, что бетулин оказывает значительное воздействие на повышение естественной устойчивости и оптимизацию обменных процессов у цыплят-бройлеров. Это достигается через усиление бактерицидных свойств сывороточной компоненты крови. Кроме того, бетулин стимулирует увеличение количества эритроцитов и гемоглобина, что приводит к улучшенной оксигенации крови и, соответственно, всего организма, тем самым способствуя эффективному ускорению метаболических процессов [4].

Также исследование М.В. Задорожной [6] показало, что бетулин способствует росту общего уровня белков в сывороточной части крови, активируя производство альбумина и увеличивая присутствие альфа, бета и гамма-глобулинов, особенно отмечаясь значительное повышение гамма-глобулинов. Это указывает на активизацию процессов антителообразования в

ответ на иммунную стимуляцию, подчеркивая положительный эффект бетулина на иммунную систему цыплят-бройлеров. Исследования показывают, что специфическое вещество способствует улучшению ростовых характеристик цыплят в начальные и конечные фазы их развития. Обладая стимулирующим воздействием на процессы набора массы и суточного увеличения веса, данное соединение также эффективно повышает эффективность ассимиляции и переваривания питательных веществ, ведя к оптимизации расхода корма на единицу прироста биомассы. В соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007.-76, касающейся разделения веществ по степени опасности, бетулин квалифицируется как вещество четвёртого класса, что указывает на его минимальную опасность. Это подчёркивает отсутствие токсических свойств в соединении, подтверждая его безопасность при использовании в указанных условиях.

### **Заключение**

Проведенный анализ обзора по применению бетулиновой кислоты в птицеводстве показал, что указанное биологически активное вещество может быть использовано в качестве альтернативы кормовым антибиотикам. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на определение эффективных норм ее использования в качестве компонента кормовых добавок для сельскохозяйственной птицы.

### **Список источников**

1. Влияние бетулина и его производных на гистоструктуру печени кур-несушек при гепатозах / В. А. Шестаков, О. А. Сунцова, С. Б. Лыско, И. В. Кулаков // Современные проблемы и научное обеспечение развития животноводства : материалы международной научно-практической конференции, Омск, 20 апреля 2016 г. Омск: ЛИТЕРА, 2016. С. 228–233.
2. Воронков М. С., Алексеева И. Г. Перспектива применения бетулина и его производных в ветеринарной медицине // Эффективное животноводство - залог успешного развития АПК региона : сб. мат-лов Международ. науч.-практич. конф., Омск, 06 декабря 2017 г. Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2017. С. 136–142.
3. Гайнуллина М.К., Кузнецова А.В. Влияние бетаинов на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1(61). С. 103–109.

4. Задорожная М. В., Лыско С. Б., Красиков А. П. Эффективность применения бетулина в птицеводстве // Ветеринарный врач. 2012. № 5. С. 34–36.
5. Задорожная М.В., Лыско С.Б., Красиков А.П., Деев Л.Е. Применение бетулина в птицеводческих хозяйствах для повышения поствакцинального противовирусного иммунитета у птиц // Вестник ОмГАУ. 2012. №4(8). С. 87–90.
6. Задорожная М.В. Применение бетулина для повышения поствакцинального иммунитета против ньюкаслской болезни и инфекционного бронхита кур у цыплят-бройлеров: дис. ... канд. вет. наук. Омск, 2012.
7. Лыско С. Б., Красиков А. П., Задорожная М. В. Влияние бетулина на естественную и специфическую резистентность птиц // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Тр. IV Междунар. науч. конф. молодых ученых, посв. 40-летию СО Россельхозакадемии (22–23 апреля 2010 г., пос. Краснообск) / СО РАСХН. Новосибирск, 2010. Ч. I. С. 591–593.
8. Новикова М.В., Лебедева И.А., Кундрюкова У.И., Дроздова Л.И. Влияние антибактериального средства и фитобиотика на основе бетулина на формирование мышечного волокна и качество мяса цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2022. №1. С. 12–15.
9. Новикова М.В., Лебедева И.А., Дроздова Л.И., Бюлер А.В. Перспективы применения бетулина в бройлерном птицеводстве // Ветеринария сегодня. 2020. № 4. С. 277–282. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-4-35-277-282>
10. Орлов А.В., Комиссарова Н.Г., Юнусов М.С. Способ получения бетулиновой кислоты // Вестник Башкирского университета. 2019. №3. С. 567–572.
11. Патент № 2684308 С1 Российская Федерация, МПК А23К 20/28, А23К 20/189, А23К 50/00. Кормовая добавка "Бетулакор" : № 2018106323 : заявл. 20.02.2018 : опубл. 05.04.2019 / В. В. Панарьев, С. В. Шевцов.
12. Шрайнер А. А., Сунцова О. А., Лыско С. Б., Кулаков И. В. Разработка новых биологически активных препаратов на основе бетулина для нужд практической ветеринарии // Биотехнологии в сельском хозяйстве, промышленности и медицине : Сб. мат-лов Регион. науч.-практич. конф., Омск 25 апреля 2017 г. Омск: ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2017. С. 277–282.
13. Рыжкова Е.Н. Влияние скармливания растительных адаптогенов на продуктивность молочных коров в стрессогенных условиях промышленной технологии содержания: дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 2021. 165 с.
14. Получение бетулиновой кислоты из экстракта бетулина. Противовирусная и противоязвенная активность некоторых родственных терпеноидов / О.Б.

- Флехтер, Л.Р. Нигматуллина, Л.А. Балтина и др. // Химико-фармацевтический журнал. 2002. Т. 36. С. 26–28.
15. A Review on Preparation of Betulinic Acid and Its Biological Activities / H. Lou, H. Li, S. Zhang, H. Lu, Q. Chen // *Molecules*. 2021. № 14, Vol. 26(18). P. 5583. DOI 10.3390/molecules26185583.
16. Sousa J.L.C., Freire C.S.R., Silvestre A.J.D., Silva A.M.S. Recent Developments in the Functionalization of Betulinic Acid and Its Natural Analogues: A Route to New Bioactive Compounds // *Molecules*. 2019. № 24. P. 355. DOI 10.3390/molecules24020355
17. Pharmacological Potential of Betulin as a Multitarget Compound / F.O. Adepoju, K.C. Duru, E. Li, E.G. Kovaleva, M.V. Tsurkan // *Biomolecules*. 2023. № 13. P. 1105. DOI 10.3390/biom13071105.
18. Huijuan Mu, Yuli Sun, Bo Yuan, Ying Wang. Betulinic acid in the treatment of breast cancer: Application and mechanism progress // *Fitoterapia*. 2023. Vol. 169. P. 105617. DOI 10.1016/j.fitote.2023.105617.
19. Betulinic Acid Attenuates Oxidative Stress in the Thymus Induced by Acute Exposure to T-2 Toxin via Regulation of the MAPK/Nrf2 Signaling Pathway / L. Zhu, X. Yi, C. Ma, C. Luo, L. Kong, X. Lin, X. Gao, Z. Yuan, L. Wen, R. Li, J. Wu, J. Yi // *Toxins*. 2020. Vol. 12(9). P. 540.

УДК 619 : 636

ЕДН AOSBTI



## ПРОБЛЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ АНТИБИОТИКО-РЕЗИСТЕНТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Метлева Анастасия Сергеевна**, кандидат ветеринарных наук, заведующая лабораторией<sup>1</sup>, ORCID 0009-0001-5454-8122

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** В статье представлен обзор литературы по проблеме применения антибиотиков в сельском хозяйстве как в России, так и во всем мире. Из истории открытия и распространения данных препаратов нам известно, насколько широкое использование они получили в медицине. Кроме медицины, антибиотики также стали активно применять в сельском хозяйстве, особенно в животноводстве. Следует подчеркнуть, что их используют не только для лечения, но и для профилактики заболеваний животных.

Однако массовое применение антибиотиков в профилактических целях в среде ученых вызывает споры о безопасности такого подхода. Известно, что частое использование данных препаратов может привести к распространению бактерий, устойчивых к соединениям.

Сегодня в мировом сообществе наблюдается тенденция к снижению использования антибиотиков в сельском хозяйстве и разработке новых методов решения проблемы антибиотикорезистентности. Речь идет о внедрении в отрасль альтернативных препаратов растительного происхождения. Однако на российском рынке антибиотики по-прежнему популярны и востребованы.

Целью статьи является исследование о возможных последствиях бесконтрольного применения антибиотиков в ветеринарии и животноводстве. Помимо прямых угроз для животных, мы обратим внимание на косвенные, так как формирование устойчивости бактерий к антибиотикам происходит в организме животного и впоследствии влияет на здоровье человека через продукцию, полученную от таких животных.

**Ключевые слова:** антибиотики, антибиотикорезистентность, сельское хозяйство, животноводство, растительные препараты.

## THE PROBLEM OF DISTRIBUTION OF ANTIBIOTIC-RESISTANT MICROORGANISMS IN AGRICULTURE.

**Metleva Anastasia S.**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** The article provides an overview of the literature on the problem of the use of antibiotics in agriculture in Russia and around the world. From the history of the discovery and distribution of these drugs, we know how widely they have been used in medicine. After some time, antibiotics also began to be actively used in agriculture, especially in animal husbandry. It should be emphasized that they are used not only for the treatment of animals, but also for the prevention of diseases.

However, the widespread use of antibiotics for preventive purposes among scientists has caused controversy about the safety of this approach. It is known that frequent use of these drugs can lead to the spread of bacteria resistant to the compounds.

Today, there is a tendency in the global community to reduce the use of antibiotics in agriculture and to develop new methods to solve the problem of antibiotic resistance. We are talking about the introduction of alternative herbal preparations into the industry. However, antibiotics are still popular and in demand on the Russian market.

The purpose of the article is to investigate the consequences of uncontrolled use of antibiotics in veterinary medicine and animal husbandry. In addition to considering direct threats to animals, we will pay attention to indirect ones, since the formation of bacterial resistance to antibiotics occurs in the animal's body, and subsequently affects human health through products obtained from such animals.

**Keywords:** antibiotics, antibiotic resistance, agriculture, livestock, herbal preparations.

### Введение

Уже практически 100 лет, начиная с 1928-го года, человечество активно применяет антибиотики для лечения инфекционных болезней человека и

животных. В животноводческих хозяйствах их также используют в кормах, что позволяет проводить профилактику различных заболеваний. В конечном итоге это ведет к снижению количества падежа, а значит к увеличению объема продукции. Однако применение антибиотиков, вместе с положительным эффектом, привело к увеличению количества резистентных микроорганизмов, распространение которых является одной из самых актуальных проблем отрасли [1].

Бесконтрольное применение антибиотиков в большом объеме стало глобальной проблемой, т.к. вызывает антибиотикорезистентность у микроорганизмов. Антибиотикорезистентность заключается в способности микробов проявлять невосприимчивость к антимикробным средствам. И именно антибиотикорезистентность с начала 2000-х годов была названа Всемирной организацией здравоохранения одной из самых серьезных угроз для жизни и здоровья человека.

Одной из причин изменения чувствительности к антибиотикам у штаммов микроорганизмов и приобретение ими антибиотикорезистентности является применение антибиотиков в животноводстве [2]. Наиболее важен путь поступления антибиотиков в организм человека через продукцию животноводства, которая на протяжении длительного времени подвергается воздействию антибиотиков [3], потому что животноводство – одна из сфер деятельности человека, активно применяющая антибиотики в своей повседневной жизни. Например, со дня открытия антибиотиков зарегистрировано свыше 7000 препаратов, в т.ч. в сфере животноводства, а сегодня применяется порядка 160 антибиотиков, из которых лишь 12,5% относятся к препаратам нового поколения [4]. По статистике, приведенной в журнале Science, во всем мире в 2013 г. для животноводческих целей использовали порядка 130 тысяч тонн антибиотиков, а уже в 2021 – свыше 160 тысяч тонн. При этом лидером использования антибиотиков в отрасли оставались США. На долю этой страны по итогам 2017 г. приходилось 80% от мирового объема выпущенных антибиотиков [5].

Особая опасность заключается в том, что устойчивость может возникать сразу к нескольким видам антибиотиков. Существует мнение, что полирезистентные виды таких бактерий возникают именно на сельскохозяйственных фермах. Объясняется это скрещиванием патогенных и почвенных бактерий, которые как раз могут столкнуться друг с другом в естественной среде обитания на ферме [6]. Примечательно, что устойчивость приобретают не только болезнетворные бактерии, но и условно патогенные



микроорганизмы, которые в норме не опасны для человека. Но если иммунитет ослаблен, то и эти микроорганизмы будут способны вызвать заболевание [6].

Было установлено, что у микрофлоры крупного рогатого скота к 17 месяцам жизни чувствительность к антибиотикам снижается до 75,7% [7], в то время как у животного к 10–15 годам чувствительность к антибиотикам в среднем составляет 96% [1]. Намного меньше показатель у свиней: не больше 70% к 5-10 годам жизни [8]. Если говорить о сельскохозяйственных птицах, то на первых месяцах жизни (от 3 до 5 месяцев) чувствительность к антибиотикам составляет 60%, у более старших птиц к 2–5-му годам чувствительность не превышает 89% [9].

В конечном итоге это отражается на заболеваемости животных и их неспособности противостоять борьбе с микроорганизмами [10]. Чтобы понимать, с чем связано данное явление, нужно знать, что именно антибиотики вызывают у животных устойчивость микрофлоры, изменяя ее состав и свойства в природных местах обитания.

Механизмы, с помощью которых микробы защищаются от негативного действия антибиотиков, не столь разнообразны. Сегодня известно о двух способах, с помощью которых бактерия может стать устойчивой к антибиотикам. Основной – за счет изменения генов или мутации. Другой способ основывается на получении генов устойчивости от другой бактерии [11].

Разберем данные влияния более подробно. Во время мутации генов клетка перестает выполнять свои прямые функции. При этом белковая мишень настолько видоизменяется, что антибиотик просто перестает на нее действовать. Результат мутации можно увидеть наглядно: о нем следует говорить в тех случаях, когда антибиотик при лечении не действует эффективно. Второй вариант отсутствия эффекта от антибиотиков – получение устойчивости от другой бактерии. В этом случае уже сама клетка начинает разрушать антибиотик, блокируя его [12].

Существуют определенные правила для доминирования устойчивых бактерий. Доза антибиотика, влияющая на них, должна находиться в определенном диапазоне. Слишком низкая доза не подавит ни устойчивые, ни восприимчивые бактерии и отбор не произойдет. Если доза слишком высокая, антибиотик начнет подавлять даже устойчивые бактерии, не давая им преимущества [13].

Интересен тот факт, что до появления антибиотиков гены устойчивости располагались преимущественно на хромосомах. Сегодня же гены устойчивости могут быть как на хромосоме, так и на транспозонах или на плазмиде – небольших кольцевых молекулах ДНК. За счет такого распределения гены устойчивости могут передаваться не только между бактериями одного вида, но и между разными видами бактерий [14].

Названные проблемы обозначают единую позицию научной сферы: необходим отказ от антибиотиков в пользу растительного сырья, которое также обладает выраженным антибактериальным эффектом. В современном мире известно о многих препаратах, которыми можно заменить до 80% используемых в животноводстве антибиотиков. Но, к сожалению, полностью исключить антибиотики до сих пор не представляется возможным [15]. Аналогичную позицию высказывают специалисты Всемирной организации здравоохранения. Уже в мае 2015 г. был одобрен проект плана по решению проблемы антибиотикорезистентности. Швеция стала первой страной, где в 1986 г. запретили использование части антибиотиков в кормах животных [16]. Запрет на использование антибиотиков, стимулирующих рост животных, также был введен в странах Евросоюза. Постановление вступило в силу в 2006 г. Но здесь последствия себя не оправдали. Из-за отмены антибиотиков резко увеличилось количество инфекционных заболеваний у поголовий скота, что привело, напротив, к резкому увеличению объемов применения антибиотиков [1]. На данный момент многие страны мира придерживаются данной стратегии [17]. Из лидеров можно выделить Нидерланды, Данию, Норвегию, Германию, Бельгию и Францию. К примеру, в Нидерландах сократили объем использования антибиотиков на фермах на 70%, по сравнению с данными 2007 г. В Норвегии и вовсе уменьшили использование данных препаратов на 99% при выращивании рыбы с 1987 г. [18].

Россия к инициативе борьбы с антибиотикорезистентностью вступила несколько позже – в 2017 г., но именно тогда была утверждена стратегия до 2030 года. Согласно Федеральному закону от 30.12.2021 № 463-ФЗ "О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О ветеринарии" и Федеральному закону "Об обращении лекарственных средств", законом (с учетом предусмотренных особенностей) устанавливается запрет на добавление в корма при их производстве лекарственных препаратов, предназначенных для лечения инфекционных и паразитарных болезней животных, а также на реализацию кормов, в которые добавлены такие антимикробные препараты, при отсутствии лицензии на фармацевтическую

деятельность и оформленного рецепта на лекарственный препарат, или требования ветеринарной организации или организации (ИП), осуществляющей (осуществляющего) разведение, выращивание и содержание животных [19]. В нашей стране как таковых запретов на применение антибиотиков в кормах не существует. А наиболее популярными стали тетрациклины (биотин на основе продуцента хлортетрациклина), гризин, бацитрацин (бихилицин) и тилозин [7]. Ограничения на применение антибиотиков действуют только для тех животных, которые предназначены для убоя. Не более чем за 3 недели и не менее чем за 5 суток из рациона таких животных должны быть исключены антибиотики. Эта норма прописана в Распоряжении Правительства РФ от 30.03.2019 № 604-р «Об утверждении плана мероприятий на 2019–2024 гг. по реализации Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в РФ на период до 2030 г.» [8] с целью выведения из организма животных антибиотиков перед убоем. Только такое мясо аккредитованные лаборатории Россельхознадзора могут признать безопасным [9].

Частичный отказ от антибиотиков способен существенно снизить затраты на производство животноводческой продукции [19]. В то же время данное правило исполнимо лишь в том случае, если на производстве будут созданы идеальные условия для содержания животных. В остальных случаях производителям будет лучше в качестве альтернативы использовать пробиотики и фитобиотики – безвредные варианты профилактики заболеваний. Однако данная мера может существенно отразиться на затратах по содержанию животных [20].

Антибиотики не могут быть исключены совсем. На современных производствах большое поголовье скота содержится в ограниченном пространстве, в котором инфекционные процессы существуют и протекают быстротечно. Поэтому без профилактики и своевременного лечения антибиотиками на производстве не обойтись [11].

### **Заключение**

Чтобы снизить антибиотикорезистентность в сельском хозяйстве, нужно уже сегодня активно использовать и применять успешный мировой опыт, отказаться от повсеместного применения антибиотиков в кормах, рационально использовать антибактериальные средства при лечении различных заболеваний.

В нашей работе мы также отмечаем необходимость государственного контроля за содержанием антибиотиков в организме животных и продукции, получаемой из животных.

#### Список источников

1. Маилян Э. Антибиотики в животноводстве. Как снизить использование противомикробных препаратов в отрасли [Электронный журнал] // Агроинвестор. 2022, Москва. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/37842-antibiotiki-v-zhivotnovodstve-kak-snizit-ispolzovanie-protivomikrobnnykh-preparatov-v-otrasli/> (дата обращения 20.12.2023)
2. Шульга Н.Н., Шульга И.С., Плавшак Л.П. К проблеме антибиотиков в продуктах животноводства // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №4 (44).
3. Жиганова Л.П. Современные инновационные биотехнологии США // Московский экономический журнал. 2019. №12.
4. Наговицын Д.А., Николаев С.В. Антибиотикорезистентность микрофлоры репродуктивного тракта крупного рогатого скота // III Ломоносовские чтения. Актуальные вопросы фундаментальных и прикладных исследований : сб. ст. Междунар. науч.-практич. конф. 2019. С. 116–119.
5. Голикова А.А., Альтова В.К., Манжурина О.А. Этиологическая структура и антибиотикорезистентность возбудителей смешанной кишечной инфекции свиней на свинокомплексе белгородской области // Наука и образование. 2021. С. 239.
6. Мирошина Т. А., Рассолов С. Н. Использование препаратов на основе эхинацеи пурпурной в животноводстве // Вестник АГАУ. 2022. № 3 (209).
7. Мирошникова М.С. Тетрациклиновые антибиотики в животноводстве и ветеринарии // Шаг в науку. 2021. № 2.
8. Официальный интернет-портал правовой информации. Москва. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904090021> (дата обращения: 16.02.2024).
9. Официальный интернет-портал Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/veterinarno-sanitarnye-trebovaniya-p/> (дата обращения: 16.02.2024).
10. Метлева А.С., Евстратенко А.Л. Антибиотико-резистентные микроорганизмы в сельском хозяйстве // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : мат-лы VII Национальной науч.-практ.

- конф. с международ. участием. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. С. 306–311.
11. Галяутдинова Ю.А. Гены резистентности бактерий к антибиотикам // Форум молодых ученых. 2018. № 12-2(28).
  12. Castanon JI. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. JI. Castanon // Poult Sci. 2007. Vol. 86, № 11. P. 2466-71. DOI 10.3382/ps.2007-00249.
  13. Коцюмбас И.Я., Музыка В.П., Стецько Т.И. Состояние антибиотикорезистентности микроорганизмов, возбудителей бактериальных заболеваний молодняка крупного рогатого скота и свиней // Научный вестник ветеринарной медицины. 2014. С. 117–120.
  14. Resistance surveillance program report for selected European nations / R.N Jones, M. Flonta, N .Gurler , M. Cepparulo, R.E. Mendes, M. Castanheira // Diagn Microbiol Infect Dis. 2014. Vol. 78, № 4. P. 429-36. DOI 10.1016/j.diagmicrobio.2013.10.008.
  15. Макавчик С. А. Бактериальные болезни крупного рогатого скота, вызванные полирезистентными микроорганизмами (диагностика, лечение и профилактика): "Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология": автореф. дис. ... д-ра ветер. наук / С. А. Макавчик. Санкт-Петербург, 2021. 39 с.
  16. Шкиль Н. Н. Динамика изменения антибиотикочувствительности у возбудителей заболеваний молодняка крупного рогатого скота // АВУ. 2012. № 3 (95).
  17. Щепеткина С. В. Антибиотики в птицеводстве: запретить нельзя нормировать // Эффективное животноводство. 2019. №4 (152).
  18. Распоряжение Правительства РФ от 25.09.2017 № 2045-р «Об утверждении Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации на период до 2030 года и плана мероприятий по ее реализации с проектом доклада Президенту Российской Федерации по данному вопросу» / Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201710030067> (дата обращения: 16.02.2024).
  19. Мурленков Н. В. Проблемы и факторы развития антибиотикорезистентности в сельском хозяйстве //Биология в сельском хозяйстве. 2019. №. 4 (25). С. 11–14.
  20. Данилов А. И., Жаркова Л. П. Антибиотикорезистентность: аргументы и факты // Клиническая фармакология и терапия. 2017. Т. 26, №. 5. С. 6–9.

УДК 664.681  
ЕДН WVENFG



## ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ КРЕКЕРОВ С МУКОЙ ЗЕЛЕННОЙ ГРЕЧКИ

**Резниченко Ирина Юрьевна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнологии и производство продуктов питания»<sup>1</sup>

**Мирошина Татьяна Александровна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры педагогических технологий<sup>1</sup>

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

**Аннотация.** В исследовании приведены результаты определения оптимального соотношения муки без глютена в мучной композиции для приготовления крекеров. При составлении композиции основывались на биологической ценности применяемых видов муки: рисовой, зеленой гречки, льняной, кукурузной и удовлетворении требований к качественным характеристикам разрабатываемых крекеров. При испытаниях применяли стандартные методы анализа. Экспериментально установлены оптимальные количественные соотношения муки рисовой, зеленой гречки, льняной и кукурузной (80:10:5:5). Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества разработанных изделий, определена пищевая ценность. Предложенные крекеры специализированного назначения отличаются оригинальными вкусовыми характеристиками и соответствуют нормируемым требованиям.

**Ключевые слова:** безглютеновые виды муки, мучная композиция, продукт специализированного назначения, крекер, качественные характеристики, пищевая ценность.



## COMPOSITION JUSTIFICATION OF GLUTEN-FREE CRACKERS WITH GREEN BUCKWHEAT FLOUR

**Reznichenko Irina Y.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department «Biotechnology and Food Production»<sup>1</sup>

**Miroshina Tatyana A.**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Pedagogical Technologies»<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V. N. Poletskov, Kemerovo, Russia

**Abstract.** The study presents the results of determining the optimal ratio of gluten-free flour in a flour composition for making crackers. When compiling the composition, we relied on the biological value of the types of flour used: rice, green buckwheat, flaxseed, corn and meeting the requirements for the quality characteristics of the developed crackers. Standard analysis methods were used in the tests. Optimal quantitative ratios of rice, green buckwheat, flaxseed and corn flour (80:10:5:5) were experimentally established. Organoleptic and physicochemical quality indicators of the developed products were studied, and the nutritional value was determined. The proposed specialized crackers are distinguished by original taste characteristics and meet the standardized requirements.

**Keywords:** gluten-free types of flour, flour composition, specialized product, cracker, quality characteristics, nutritional value

**Введение.** Рост популярности продуктов здорового питания, расширение рынка безглютеновой продукции в связи с ростом заболеваемости целиакией определяет актуальное направление по обновлению ассортимента мучных кондитерских изделий в связи с появлением новых видов биологический ценного аглютенового сырья [1].

Мучные низкокалорийные изделия, такие как галеты и крекеры пользуется популярностью у населения благодаря широкой доступности, удобству употребления и отличным возможностям хранения. Последнее десятилетие наблюдается спрос на безглютеновые бисквиты, кексы, торты, печенье, крекеры, которые предназначены людям с целиакией, но становятся все более востребованными и широким кругом потребителей [2, 3].

Крекеры – это вид хрустящих, слоистых мучных изделий, приготовленных на химических разрыхлителях или на дрожжах и химических



разрыхлителях [4; 5]. Крекеры благодаря простому составу, низкому содержанию жира (менее 10%) имеют длительные сроки хранения. Термин крекер может использоваться, когда изделие имеет зерновую основу, с долей не менее 60 %, и низкое содержание влаги, что является отличительным фактором. Исследователи разрабатывают новые альтернативные варианты рецептур этих изделий без глютена с приемлемым вкусом и текстурой, пищевой ценностью и пользой для здоровья [6]. Ученые из Индии предложили использовать для разработки безглютеновых крекеров рисовую и соевую муку, несколько специй и обогатить тесто семенами кунжута [7; 8]. Конечный продукт, богатый белком, клетчаткой и микроэлементами, не содержащий глютен и имеющий низкий гликемический индекс, разработала другая группа индийских исследователей, применяя муку из бобовых (нута и гороха) с включением микрозелени *Anethum Graveolens* L. [9]. Предложена смесь для приготовления изделий на основе муки из жемчужного проса и водяного каштана [10], смесь из рисовой муки, чечевичной муки и муки киноа [11], мука гречневая, мука каштановая и порошок из плодов шиповника [12] для создания высококачественных безглютеновых крекеров для пациентов с целиакией, людей с непереносимостью глютена. Современные виды безглютеновой муки находят широкое применение в мучных пищевых системах как альтернативные виды [13].

Использованию муки зеленой гречки отечественного производства в составе безглютеновых изделий уделено незначительное внимание. Вышеизложенное послужило постановке **цели** исследования – определение возможности применения муки зеленой гречки в технологии приготовления крекеров повышенной пищевой ценности.

**Задачи** исследования: обоснование применения муки зеленой гречки в композиционной смеси из аглютеновых видов муки; провести анализ показателей качества и пищевой ценности полученных изделий.

### **Материалы и методы**

Объекты – отечественные виды муки: рисовая, полуобезжиренная льняная, зеленой гречки, кукурузная, пшеничная высшего сорта, лабораторные образцы крекеров. Контрольным образцом служил образец крекера, приготовленный из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта [14].

При проведении экспериментальных исследований опирались на стандартные методы оценки качества муки и крекеров [5]. Расчет пищевой

ценности проводили с опорой на справочник И.М. Скурихина [15]. Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики.

**Результаты исследования.** Отличительной особенностью мучной композиции является включение в состав муки зеленой гречки. Пищевая, в том числе биологическая ценность применяемой муки, показала, что льняная мука богата белками, пищевыми волокнами, из минеральных веществ - калием, железом. Отличия кукурузной муки заключаются в высоком количестве пищевых волокон, калия и железа. Мука зеленой гречки содержит высокую долю белка, калия, магния и железа. Мучную композицию подбирали с учетом биологической ценности муки и конечной пищевой ценности изделия [15].

Рисовая мука является хорошим источником белка и углеводов. Мука зеленой гречки имеет высокое содержание тиамина, рибофлавина и пиридоксина, является источником таких минералов, как железо, магний, фосфор, марганец, калий. Например, микроэлементами, влияющими на функционирование сердечно-сосудистой системы, являются калий, магний, фосфор, железо. Калий, помимо этого, важен для здоровья нервной системы, т.к. обеспечивает снабжение клеток головного мозга кислородом, а также способствует реабсорбции кальция, повышая минеральную прочность костей. Магний необходим для поддержания организма в период повышенных физических нагрузок, также он укрепляет нервную и сердечно-сосудистую системы. Марганец участвует в формировании костной ткани, регуляции клеточного метаболизма [19]. Мука зеленой гречки – гипоаллергенный продукт. Благодаря приятному вкусу и текстуре, мука зеленой гречки становится прекрасным ингредиентом для выпечки, поставляя полезные питательные вещества в хлебобулочные изделия [20; 21]. Льняная мука содержит незаменимые жирные кислоты, диетические волокна, лигнаны, высококачественные белки, витамины, минералы и фенольные соединения [16; 17]. Кукурузная мука содержит необходимые биоактивные элементы, такие как каротиноиды, фенольные соединения, витамин С и антоцианы, которые обеспечивают ценные вещества для здоровья, обладающие антиоксидантными, антидиабетическими и противоожирительными свойствами [18].

Анализ показателей качества применяемых в работе видов муки установил соответствие регламентируемым нормам, что позволило использовать данную муку в эксперименте.

Экспериментальные исследования проводили на основе мучных композиций, в составе которых варьировали доли применяемой муки.

Образцы крекеров выпекали в лабораторных условиях кафедры биотехнологий и производства продуктов питания Кузбасского ГАУ. Образец № 1 – на основе композиции муки рисовой, зеленой гречки, льняной, кукурузной: 80:10:5:5 (образец № 1); 70:15:7,5:7,5 (№ 2), 60:20:10:10 (образец № 3).

Анализ качества выпеченных образцов проводили по ГОСТу [5].

Отмечено, что при приготовлении теста на его свойства влияло увеличение доли муки льняной, характеризующейся высокой водопоглотительной способностью [17]. При увеличении доли муки зеленой гречихи до 15–20% и льняной до 7,5–10% тесто становилось менее эластичным и более крошливым, в связи с чем увеличивали долю воды на 2–4% для получения пластичного теста (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид теста и отформованных изделий

Из приготовленного теста формовали изделия и выпекали при температуре 180°C в течение 20 минут.

Анализ органолептических показателей качества по 5-балльной шкале установил соответствие образцов по форме, состоянию поверхности, цвету. Профилограмма органолептических показателей качества приведена на рисунке 2.

Выявлено, что наилучшими сенсорными характеристиками обладал образец с внесением 10% муки зеленой гречки. Цвет отличался более темным оттенком от контрольного образца, вкус и запах муки зеленой гречки не чувствовался. При увеличении доли муки зеленой гречки готовые изделия были более плотными и менее пористыми (рис. 3).

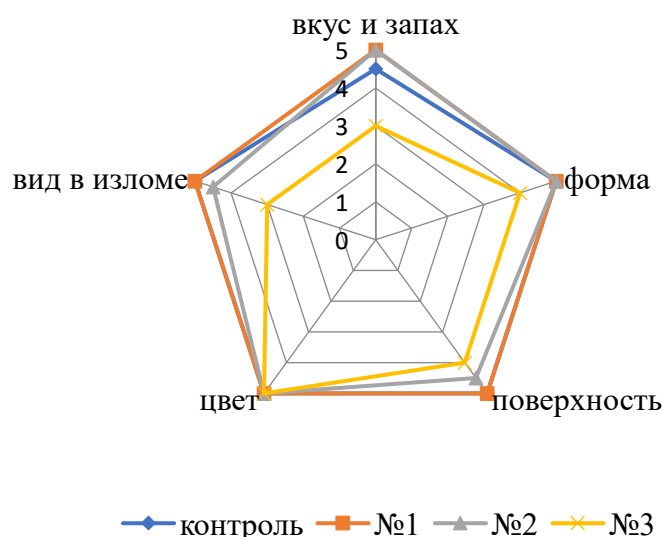
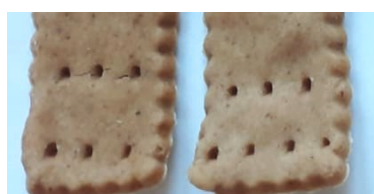
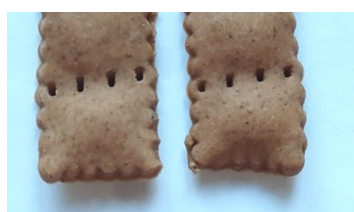


Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки образцов крекеров



Образец № 1



Образец № 2



Образец № 3

Рис. 3. Внешний вид образцов

Данные по результатам оценки физико-химических показателей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества модельных образцов

Показатели качества	Органолептические показатели образцов				
	По ГОСТ	№ 1	№ 2	№3	Контроль
pH	7,0±1,4	6,8	6,7	6,7	6,8
Массовая доля влаги, %	Не более 7,0	5,3±0,5	5,7±0,5	6,0±0,5	5,2±0,5
Намокаемость, %	Не менее 140	148±1,5	136±1,5	100±1,5	200±1,5

Установлен наилучший по качественным характеристикам образец № 1. 80:10:5:5. При снижении доли рисовой муки и увеличении количества льняной и муки зеленой гречки намокаемость изделий снижается, остальные показатели соответствуют нормам.

Рассчитана пищевая ценность изделий, приготовленных на предложенной мучной композиции. Показано, что разработанный продукт

специализированного назначения имеет высокое содержание пищевых волокон, суточная физиологическая потребность в которых в среднем удовлетворяется на 20%, высокое содержание магния, физиологическая потребность в котором удовлетворяется на более чем 15% от суточной нормы употребления [23]. По сравнению с контрольным образцом, доля белка, пищевых волокон увеличилась на 50%, содержание калия увеличилось на 35%, магния в четыре раза, что позволяет сделать заключение о повышении пищевой ценности. Включение в рацион крекеров повышенной пищевой ценности позволит формировать более богатый по минорным веществам рацион [21].

### **Выводы**

Экспериментально подобран количественный состав мучной композиции из муки рисовой, зеленой гречки, льняной и кукурузной в рецептуре крекеров. Полученные на основе мучной композиции крекеры характеризуются специализированной направленностью, оригинальными вкусовыми свойствами и повышенной пищевой ценностью.

### **Список источников**

1. Рынок безглютеновых продуктов питания. Прогноз роста с 2024 до 2032 г. URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/gluten-free-food-market>.
2. Bodur M., Tunçer E., Keser A. A Study of Nutrient and Cost Analysis of Gluten-free Packaged Products from Turkey // Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology. 2021. № 78. P. 333–342. DOI 10.5505/TurkHijyen.2021.97344.
3. Xu J., Zhang Y., Wang W., Li Y. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review // Trends in Food Science & Technology. 2020. Т. 103. DOI 10.1016/j.tifs.2020.07.017.
4. Васькина В., Машкова И. А., Новожилова Е. С. Современное производство крекеров и галет // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2017. С. 24–29.
5. ГОСТ 14033-2015 Крекер. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
6. Reddy A., Pranusha G., Rao L., Reddy A. Development and Analysis of Sorghum Crackers // International Journal of Scientific Research in Science and Technology. 2019. P. 26–31. DOI 10.32628/IJSRST196178.
7. Резниченко И. Ю., Мирошина Т. А. Современные виды безглютенового сырья: перспективы применения в технологии мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6(207). С. 212-219. DOI 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219.

8. Acharya, S., Madhuri, G., Prashant, H., Shubham, K., Jadhav, P. Production and Quality study of Gluten Free Crackers enriched with Sesame seeds // Egyptian Journal of Food Science. 2020. P. 292–302. DOI 10.13140/RG.2.2.24508.16000.
9. Keerthana P. G, Subaratinam R. Anethum Graveolens L. Microgreen Incorporated Pulse-Based Gluten-Free Crackers: A Potential Functional Snack // Biosci Biotech Res Asia. 2023. № 20(1). P. 329–339. DOI 10.13005/bbra/3092.
10. Development of gluten free crackers using water chestnut (*Trapa natans*) and Pearl Millet (*Pennisetum glaucum*) / R. Manasa, A. Vasavi, BL. Sahana, K. Rakesh, N. Pawar, A. Gurralla // IP Journal of Nutrition, Metabolism and Health Science. 2024. № 7. P. 14–17. DOI 10.18231/j.ijnmhs.2024.003.
11. Elhadidy, G., Shaban, H., Mospah, W. Gluten-Free Crackers Preparation // European Journal of Nutrition & Food Safety. 2022. № 14. P. 24–34. DOI 10.9734/EJNFS/2022/v14i730513.
12. Патент № 2616831 С Российская Федерация, МПК A21D 13/80. Состав для производства крекера: № 2015155220: заявл. 22.12.2015 : опубл. 18.04.2017 / В. Ю. Архипов, Н. А. Тарасенко, Д. Ю. Болгова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет".
13. Резниченко И. Ю., Мирошина Т. А. Современные виды безглютенового сырья: перспективы применения в технологии мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6(207). С. 212-219. DOI 10.36718/1819-4036-2024-6-212-219.
14. Сборник рецептур на печенье, крекеры, галеты. URL: <https://kondidoc.com/handbooks/4>.
15. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. Москва: Де Ли принт, 2002. 236 с.
16. Aleshkina S.V., Vasyukova A.T. Possibilities of flax flour and flax seeds application for development of flour confectionery products // Agro-industrial technologies of the central Russia. 2022. № 2. P. 21–30. DOI 10.24888/2541-7835-2022-24-21-30.
17. Конева С. И., Егорова Е. Ю., Козубаева Л. А. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 85–96.
18. Paterwal A., Chamroy T. Comprehensive Research: Corn Flour Cookies Supplemented with amaranth flour and Pumpkin Seeds Powder // Research Square. 2024. DOI 10.21203/rs.3.rs-5204653/v1.
19. Погожева А. В., Коденцова В. М., Шарафетдинов Х. Х. Роль магния и калия в профилактическом и лечебном питании // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 5 (543). С. 29–42.



20. Nutritional Content, Phytochemical Profiling, and Physical Properties of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Seeds for Promotion of Dietary and Food Ingredient Biodiversity / M. Neacsu et al. // *Crops*. 2022. Т. 2, №. 3. P. 287–305.
21. Buckwheat Flour (*Fagopyrum Esculentum* Moench)— A Contemporary View on the Problems of Its Production for Human Nutrition / P. Skřivan et al. // *Foods*. 2023. Т. 12, №. 16. P. 3055.
22. Резниченко И. Ю., Егушова Е. А., Захаренко М. А. Разработка и исследование качественных характеристик галет специализированного назначения // *Аграрная наука*. 2023. № 9. С. 179–184. DOI 10.32634/0869-8155-2023-374-9-179–184.
21. Резниченко И. Ю., Донченко Т. А. Формирование рациона с учетом биологической ценности печени // *Ползуновский вестник*. 2024. № 1. С. 120–125. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.014.
22. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рек. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 72 с.
23. ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. Утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.2011 № 881. 2011. 29 с.



Редактор

О.В. Баталова

Технический редактор

А.С. Березина

Подписано к публикации декабрь 2024

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

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

Телефон: (3842) 73-51-41.

E-mail: agroinnovatics@internet.ru

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.