

научно-теоретический и производственный журнал

# АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN  
SCIENCE

ISSN 0869-8155 (print)  
ISSN 2686-701X (online)

7  
2025



БЕСПЛАТНО  
скачать журнал  
и подписаться



Подпишитесь  
на наш  
Telegram канал!



## ЗООТЕХНИЯ

Анализ фенотипической  
изменчивости кур различного  
направления продуктивности

92

## АГРОНОМИЯ

Комбинированный фунгицид  
для защиты масличных культур

151

## ЭКОНОМИКА

Вклад сельской экономики  
в ВВП РФ и реализацию целей  
национального развития

178

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК, ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ

# КормВет экспо Грэйнд 2025

29–31 ОКТЯБРЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

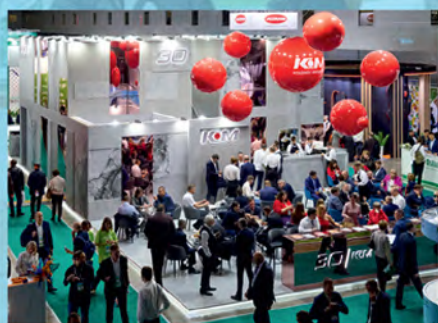
свиноводство | птицеводство | животноводство | аквакультура

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ



- КОРМА, КОМБИКОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И МАСЛИЧНЫХ
- ТЕХНОЛОГИИ ПОЛЕВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА
- СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОРМОВ

- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
- ВАКЦИНЫ, СЫВОРОТКИ
- ИММУНОГЛОБУЛИНЫ
- ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЙ И ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ
- СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ



## НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!



16+



ТЕЛ.: +7 (499) 649-50-20  
E-MAIL: INFO@FEEDVET-EXPO.RU

FEEDVET-EXPO.RU

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ: ООО "ДЕКАРТС СИСТЕМ"  
119049, г. МОСКВА, ЛЕНИНСКИЙ ПРОСПЕКТ, 2/2А, ОФИС 326

21-23  
ЯНВАРЯ  
2026

Москва /  
Крокус Экспо

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ИННОВАЦИЙ И ВЫСОКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

iagri

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
ДЛЯ ВАШЕГО БИЗНЕСА

СОВМЕСТНО  
с ключевой выставкой  
АПК в России

agràvia  
tech & pro expo

Ранее  
**Agros** expo  
картофель  
овощи, плоды  
**AgroTech** expo

30 000+

посетителей - ваших потенциальных партнеров  
со всех регионов России и стран ближнего зарубежья

1000+

компаний с современными  
решениями и технологиями  
для АПК

200+

мероприятий деловой  
программы с участием  
800+ спикеров



iagri-expo.com

# 07 · 2025

Agrarnaya nauka

Том 396, номер 07, 2025

Volume 396, number 07, 2025

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

© авторы

Авторские права © 2024 Это статья открытого доступа, распространяемая в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), позволяющей третьим лицам копировать и распространять материал на любом носителе или в любом формате, а также делать ремиксы, преобразовывать и дополнять материал в любых целях, даже коммерческих, при условии, что исходная работа надлежащим образом цитируется и указывается ее лицензия.



DOI журнала 10.32634/0869-8155

**Журнал «Аграрная наука» решением ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.**  
**Распоряжение Минобрнауки России от 12 февраля 2019 г. № 21-р**

**Журнал «Аграрная наука» включен в базу данных AGRIS (Agricultural Research Information System) — Международную информационную систему по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.**

**Журнал «Аграрная наука» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).**

**Полные тексты статей доступны на сайте eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>**

**Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью «ВИК — здоровье животных»**

**Шеф-редактор** Костромичева И.В.

**Научный редактор** Долгая М.Н.

**Дизайн и верстка** Антонов С.Н.

**Редактор-корректор** Кузнецова Г.М.

**Библиограф** Нерозник Д.С.

**Журналист** Седова Ю.Г.

**Менеджер по работе с клиентами** Теплова А.С.

**Юридический адрес:** 107053, РФ, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20

**Почтовый адрес:** 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 2

**Тел. редакции** +7 (916) 616-05-31

[agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

[www.vetpress.ru](http://www.vetpress.ru)

<https://agrarnayanauka.ru>

**Реклама в журнале:** +7 (927) 155-08-10

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № ФС 77-76484

от 02 августа 2019 года.

**На печатный журнал можно подписаться:**

в редакции по тел. +7 (495) 777 67 67, доб. 1453, [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru);

в агентстве подписки ООО «Урал-Пресс Округ» — <https://www.ural-press.ru/catalog/>

Бесплатная подписка на электронную версию — <https://agrarnayanauka.ru>

Подписка на архивные номера и отдельные статьи: на сайте научной редакции

<https://www.vetpress.ru/jour>

на сайте научной электронной библиотеки

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Свободная цена.

Тираж 2000 экз.

Подписано в печать 17.07.2025

Дата выхода в свет 24.07.2025

Отпечатано в типографии

ООО «Поли Принт Сервис», 127015,

г. Москва, ул. Бутырская, д. 86

# АГРАРНАЯ НАУКА

# AGRARIAN SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал выходит один раз в месяц.

В октябре 1956 г. был основан журнал «Вестник сельскохозяйственной науки», а в 1992 г. он стал называться «Аграрная наука».

## Издатель:

Автономная некоммерческая организация «Редакция журнала «Аграрная наука»  
107053, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20

## Главный редактор

**Виолин Б.В.**, кандидат ветеринарных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН», г. Москва, Россия.

## Заместитель главного редактора:

**Ребезов М.Б.**, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

## Редакционная коллегия

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

#### РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

**Аббас Р.З.**, PhD, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, г. Фейсалабад, Пакистан.

**Ансори А.Н.М.**, PhD, Университет Эйрланга, г. Сурабая, Индонезия.

**Василевич Ф.И.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.

**Джаванмард М.**, доктор ветеринарной медицины, Иранская научно-исследовательская организация по науке и технологиям, г. Тегеран, Иран.

**Зайц И.**, доктор ветеринарных наук, Университет ветеринарии и фармацевтики в Брно, г. Брно, Чехия.

**Коцаев А.Г.**, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

**Омбаев А.М.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, иностранный член РАН, Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г. Алматы, Казахстан.

**Панин А.Н.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.

**Подобед Л.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт животноводства Национальной академии аграрных наук Украины, г. Харьков, Украина.

**Уша Б.В.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.

**Фисинин В.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Российской академии наук, г. Сергиев Посад, Россия.

**Юлдашбаев Ю.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Ятусевич А.И.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Беларусь.

#### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Абдурасулов А.Х.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан.

**Абилов А.И.**, доктор биологических наук, профессор, Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия.

**Акназаров Б.К.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызстан.

**Алиев А.Ю.**, доктор ветеринарных наук, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, г. Махачкала, Россия.

**Андреева А.В.**, доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

**Баймуканов Д.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г. Алматы, Казахстан.

**Булашев А.К.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина, г. Астана, Казахстан.

**Горелик О.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

**Гриценко С.А.**, доктор биологических наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

**Дерхо М.А.**, доктор биологических наук, профессор, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

**Карынбаев А.К.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Таразский университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан.

**Колесник Е.А.**, доктор биологических наук, доцент, Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия

**Концевая С.Ю.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия.

**Косилов В.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.

**Кривоногова А.С.**, доктор биологических наук, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН (Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт), г. Екатеринбург, Россия.

**Кушалиев К.Ж.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

**Лоретц О.Г.**, доктор биологических наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

**Лунева А.В.**, доктор биологических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

К основным целям издания относятся: продвижение российской и мировой аграрной науки, содействие прогрессивным разработкам и развитию инновационных технологий, формирование теоретических основ для производителей сельскохозяйственной продукции, поддержка молодых ученых, освещение и популяризация передовых научных исследований.

Научная концепция издания предполагает публикацию современных достижений в аграрной сфере, результатов ключевых национальных и международных исследований. К публикации приглашаются как отечественные, так и зарубежные авторы.

Журнал «Аграрная наука» способствует обобщению практических достижений в области сельского хозяйства, повышению научной и практической квалификации исследователей и практиков данной отрасли.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов. Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.

**Лысенко Ю.А.**, доктор биологических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.  
**Миколойчик И.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курганский государственный университет, г. Курган, Россия.  
**Миронова И.В.**, доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.  
**Морозова Л.А.**, доктор биологических наук, профессор, Курганский государственный университет, г. Курган, Россия.  
**Некрасов Р.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия.  
**Позябин С.В.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.  
**Радчиков В.Ф.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Беларусь.  
**Рустамова С.И.**, PhD, Ветеринарный научно-исследовательский институт при Минсельхозе Республики Азербайджан, г. Баку, Азербайджан.  
**Семенов В.Г.**, доктор биологических наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия.  
**Сотникова Л.Ф.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.  
**Степанова М.И.**, доктор биологических наук, профессор, Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия.  
**Толуприя Л.Ю.**, доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.  
**Щербаков П.Н.**, доктор ветеринарных наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

### АГРОНОМИЯ

#### РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

**Годсвилл Н.Н.**, PhD, Университет Яунде I, г. Яунде, Камерун.

**Джурраев М.Я.**, PhD, доцент, Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, г. Андижан, Узбекистан.

**Насиев Б.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

**Тирувенгадам М.**, PhD, Университет Конкук, г. Сеул, Южная Корея.

#### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Бунин М.С.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, г. Москва, Россия.

**Гричанов И.Я.**, доктор биологических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Пушкин, Россия.

**Джалилов Ф.С.**, доктор биологических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Долженко Т.В.**, доктор биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, Россия.

**Драгавцева И.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия, г. Краснодар, Россия.

**Зейналов А.С.**, доктор биологических наук, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия.

**Исламгулов Д.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

**Казахмедов Р.Э.**, доктор биологических наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Дербент, Россия.

**Калмыкова Е.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Россия.

**Никитин С.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева, г. Ульяновск, Россия.

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

**Афрасьяб Х.**, доктор гидромеханики и гидромеханики, Университет Кебангсаан Малайзия, Банги, Малайзия.

**Дарвиш А.М.Г.**, PhD, Город научных исследований и технологических приложений, г. Александрия, Египет.

**де Соуза К.К.**, PhD, Региональный университет Блюменау, г. Блюменау, Бразилия.

**Дидманидзе О.Н.**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Зенгин Г.**, PhD, профессор, Сельчукский университет, г. Сельчуклу-Конья, Турция.

**Кузнецова О.А.**, доктор технических наук, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

**Миронеску М.**, доктор технических наук, профессор, Университет Лучиана Блага в Сибиу, г. Сибиу, Румыния.

**Саркар Т.**, PhD, Политехнический институт Мальды, г. Мальда, Индия.

**Сложенкина М.И.**, доктор биологических наук, профессор, член-корр. РАН, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия.

**Смауи С.**, PhD, Университет Сфакса, г. Сфакс, Тунис.

**Фавзи М.М.**, PhD, профессор, Маврикийский университет, г. Редут, Маврикий.

**Хан А.**, доктор гидромеханики и гидротехники, Университет Кебангсаан Малайзия, г. Банги, Малайзия.

**Хан М.У.**, PhD, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, г. Фейсалабад, Пакистан.

**Шехата М.Г.М.**, PhD, Город научных исследований и технологических приложений, г. Каир, Египет.

#### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Бабич О.О.**, доктор технических наук, доцент, Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, г. Калининград, Россия.

**Брюханов А.Ю.**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Институт агроинженерных и экологических проблем — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Санкт-Петербург, Россия.

**Есимбеков Ж.С.**, PhD, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан.

**Зинина О.В.**, доктор технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

**Иванов Ю.Г.**, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Ишевская А.Л.**, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Россия.

**Калинина И.В.**, доктор технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

**Кузнецова Е.А.**, доктор технических наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, г. Орел, Россия.

**Максимова С.Н.**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Россия.

**Мамедов Г.Б.**, доктор технических наук, профессор, Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан.

**Резниченко И.Ю.**, доктор технических наук, профессор, Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецов, г. Кемерово, Россия.

**Семёнова А.А.**, доктор технических наук, профессор, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, г. Москва, Россия.

**Сибирев А.В.**, доктор технических наук, профессор, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия.

**Суйчинов А.К.**, PhD, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан.

**Третьяк Л.Н.**, доктор технических наук, доцент, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия.

**Трояновская И.П.**, доктор технических наук, профессор, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия.

**Хатко З.Н.**, доктор технических наук, доцент, Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия.

**Чернопольская Н.Л.**, доктор технических наук, доцент, Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Россия.

**Эль-Сохайми С.А.**, PhD, профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия.

### РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

#### РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

**Баутин В.М.**, доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Гордеев А.В.**, доктор экономических наук, профессор, академик РАН, г. Москва, Россия.

**Гусаков В.Г.**, доктор экономических наук, профессор, академик Национальной академии наук, г. Минск, Беларусь.

#### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Бутко Г.П.**, доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия.

**Головина С.Г.**, доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия.

**Киреева А.А.**, кандидат экономических наук, Институт экономики, г. Алматы, Казахстан.

**Кузьменко В.В.**, доктор экономических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия.

**Пенькова И.В.**, доктор экономических наук, профессор, Гуманитарный университет профсоюзов, г. Санкт-Петербург, Россия, Россия.

**Попова Е.В.**, доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

**Рамазанов И.А.**, доктор экономических наук, доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва, Россия.

**Рахметова Р.У.**, доктор экономических наук, профессор, Университет Туран, г. Астана, Казахстан.

# 07 · 2025

Agrarnaya nauka

Том 396, номер 07, 2025

Volume 396, number 07, 2025

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© journal «Agrarian science»

© authors

Copyright © 2024 This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially, provided the original work is properly cited and states its license.



DOI журнала 10.32634/0869-8155

**The journal is included in the list of leading scientific journals and editions peer-reviewed by Higher Attestation Commission (directive of the Ministry of Education and Science № 21-p by 12 February 2019), in the AGRIS database (Agricultural Research Information System) and in the system of Russian index of scientific citing (RSCI).**

**Full version is available by the link <http://elibrary.ru>**

**The journal is a member of the Association of science editors and publishers. Each article is assigned a number Digital Object Identifier (DOI).**

**Founder: Limited liability company “VIC Animal Health”**

**Senior editor** Kostromicheva I.V.

**Executive editor** Dolgaya M.N.

**Design and layout** Antonov S.N.

**Editor-proofreader** Kuznetsova G.M.

**Bibliographer** Neroznik D.S.

**Journalist** Sedova Yu.G.

**Account Manager** Teplova A.S.

**Legal address:** 107053, Russian Federation, Moscow, Sadovaya Spasskaya, 20

**Postal address:** 109147, Russian Federation, Moscow, 3 Marxistskaya Str., 2 building

**Editorial phone** +7 (916) 616-05-31

**agrovetpress@inbox.ru**

**Websites:** [www.vetpress.ru](http://www.vetpress.ru)

<https://agrarnayanauka.ru>

**Advertising:** +7 (927) 155-08-10

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media Certificate PI No. FS 77-76484 dated August 02, 2019. You can subscribe to the journal at any post office.

**You can subscribe to the print magazine:**

— in the editorial office by phone. +7 (495) 777 67 67, ext. 1453, [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

— in the subscription agency Ural-Press Okrug LLC — <https://www.ural-press.ru/catalog/>

Free subscription to the electronic version of the magazine — <https://agrarnayanauka.ru>

Subscription to archived issues and individual articles:

— on the website of the Scientific editorial staff

<https://www.vetpress.ru/jour>

— on the website of the Scientific Electronic Library

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

The circulation of 2000 copies.

Signed in print 17.07.2025

Release date 24.07.2025

The journal is printed in the printing house of LLC «Poly Print Service», 127015, Moscow, Butyrskaya Street, 86

# АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

Scientific-theoretical and production journal coming out once a month.

The journal is edited since October 1956, first under the name “Agricultural science's bulletin”. Since 1992 the journal is named “Agrarian science”.

## Publisher:

Autonomous non-commercial organisation “Agrarian science” edition”  
107053, Russia, Moscow, st. Sadovaya-Spasskaya, 20.

## EDITOR-IN-CHIEF

**Violin B.V.**, Candidate of veterinary science, Leading Researcher of All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant — a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia.

## Deputy Editor-in-Chief

**Rebezov M.B.**, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

## THE EDITORIAL BOARD

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

#### EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

**Abbas R.Z.**, PhD, Associate Professor, University of Agriculture, Faisalabad, Faisalabad, Pakistan.

**Ansori A.N.M.**, PhD, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.

**Fisinin V.I.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences, Sergiev Posad, Russia.

**Javanmard M.**, Doctor of Veterinary Medicine, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.

**Koshchaev A.G.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

**Ombaev A.M.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, Almaty, Kazakhstan.

**Panin A.N.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

**Podobed L.I.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

**Usha B.V.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

**Vasilevich F.I.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

**Yatusevich A.I.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus.

**Yuldashbaev Yu.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Zaits J.**, Doctor of Veterinary Sciences, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Brno, Brno, Czech Republic.

#### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

**Abdurasulov A.Kh.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan.

**Abilov A.I.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Moscow Region, Russia.

**Aknazarov B.K.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan.

**Aliev A.Yu.**, Doctor of Veterinary Sciences, Caspian Regional Research Veterinary Institute, Makhachkala, Russia.

**Andreeva A.V.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

**Baimukanov D.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production, Corresponding member of National Academy of Sciences, Almaty, Kazakhstan.

**Bulashev A.K.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan.

**Derkho M.A.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

**Gorelik O.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.

**Gritsenko S.A.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

**Karynbaev A.K.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan.

**Kolesnik E.A.**, Doctor of Biological Sciences, Federal State University of Education, Moscow, Russia.

**Kotseva Yu.S.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia.

**Kosilov V.I.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia.

**Krivorogova A.S.**, Doctor of Biological Sciences, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ural Veterinary Research Institute), Yekaterinburg, Russia.

**Kushaliev K.Zh.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Zhanger khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

**Loretts O.G.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.

**Luneva A.V.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Lysenko Yu.A.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Mikolaichik I.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kurgan State University, Kurgan, Russia.

**Mironova I.V.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

**Morozova L.A.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kurgan State University, Kurgan, Russia.

**Nekrasov R.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia.

**Pozyabin S.V.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

The journal is designed to advance Russian and world agrarian science, promotes innovative technologies' development. Our main goals consist in supporting young scientists, highlight scientific researches and best agricultural practices.

The scientific concept of the publication involves the publication of modern achievements in the agricultural sector, the results of key national and international studies.

The journal “Agrarian Science” contributes to the generalization of practical achievements in the field of agriculture and improves the scientific and practical qualifications in the area.

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

For reprinting of materials the references to the journal are obligatory. The opinions expressed by the authors of published articles may not coincide with those of the editorial team. Advertisers carry responsibility for the content of their advertisements.

# 16+

**Radchikov V.F.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus, Zhodino, Belarus.

**Rustamova S.I.**, PhD, Veterinary Research Institute under the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan.

**Semenov V.G.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia.

**Shcherbakov P.N.**, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

**Sotnikova L.F.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

**Stepanova M.I.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian Biotechnological University, Moscow, Russia.

**Topuria L.Yu.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia.

## AGRONOMY

### EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

**Godswill N.N.**, PhD, University of Yaoundé I, Yaounde, Cameroon.

**Juraev M.Ya.**, PhD, Associate Professor, Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan.

**Nasiev B.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

**Thiruvengadam M.**, PhD, Konkuk University, Seoul, South Korea.

### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

**Bunin M.S.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Central Scientific Agricultural Library, Moscow, Russia.

**Dolzhenko T.V.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Saint-Petersburg state agrarian university, Pushkin, St. Petersburg, Russia.

**Dragavtseva I.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, Krasnodar, Russia.

**Grichanov I.Ya.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, All-Russian Research Institute of Plant Protection, Pushkin, Russia.

**Islamgulov D.R.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

**Jalilov F.S.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Kalmykova E.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia.

**Kazakhmedov R.E.**, Doctor of Biological Sciences, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Derbent, Russia.

**Nikitin S.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N. S. Nemtsev, Ulyanovsk, Russia.

**Zeynalov A.S.**, Doctor of Biological Sciences, Federal Scientific Selection and Technological Center for Horticulture and Nursery, Moscow, Russia.

## AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

### EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

**Afrasyab Kh.**, Doctor of Fluid Mechanics and Fluid engineering Machinery, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.

**Darwish A.M.G.**, PhD, City of Scientific Research and Technological Applications, Alexandria, Egypt.

**de Souza K.C.**, PhD, Blumenau Regional University, Blumenau, Brazil.

**Didmanidze O.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Fawzi M.M.**, PhD, Professor, University of Mauritius, Reduit, Mauritius.

**Khan M.U.**, PhD, Faisalabad Agricultural University, Faisalabad, Pakistan.

**Kuznetsova O.A.**, Doctor of Technical Sciences, V.M. Gorbachev Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

**Mironescu M.**, Doctor in Industrial Engineering, Professor Eng., University Lucian Blaga of Sibiu, Sibiu, Romania.

**Sarkar T.**, PhD, Malda Polytechnic Institute, Malda, India.

**Shehata M.G.M.**, PhD, City of Scientific Research and Technological Applications, Cairo, Egypt.

**Slozhenkina M.I.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Volga Region Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia.

**Smaoui S.**, PhD, University of Sfax, Sfax, Tunisia.

**Zengin G.**, PhD, Professor, Selcuk University, Seljuk-Konya, Turkey.

### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

**Babich O.O.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

**Briukhanov A.Yu.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Agroengineering and Environmental Problems (branch), Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint Petersburg, Russia.

**Chernopolskaya N.L.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia.

**El-Sohaimy S.A.**, PhD, Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Ishesky A.L.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University ITMO, St. Petersburg, Russia.

**Ivanov Yu.G.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Kalinina I.V.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Khatko Z.N.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Maikop State Technological University, Maikop, Russia.

**Kuznetsova E.A.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia.

**Maksimova S.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia.

**Mammadov G.B.**, Doctor of Technical Sciences, Professor Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan.

**Reznichenko I.Yu.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia.

**Semyonova A.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, V.M. Gorbachev Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

**Sibirev A.V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal Scientific Agroengineering Center of VIM, Moscow, Russia.

**Suychinov A.K.**, PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan.

**Tretyak L.N.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia.

**Troyanovskaya I.P.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia.

**Yessimbekov Zh.S.**, PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan.

**Zinina O.V.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

## REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

### EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

**Bautin V.M.**, Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Gordeev A.V.**, Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

**Gusakov V.G.**, Doctor of Economics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Minsk, Belarus.

### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

**Butko G.P.**, Doctor of Economics, Professor, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia.

**Golovina S.G.**, Doctor of Economics, Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia.

**Kireeva A.A.**, Candidate of Economic Sciences, Institute of Economics, Almaty, Kazakhstan.

**Kuzmenko V.V.**, Doctor of Economics, Professor, North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia.

**Penkova I.V.**, Doctor of Economics, Professor, Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg, Russia.

**Popova E.V.**, Doctor of Economics, Professor, I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

**Rakhmetova R.U.**, Doctor of Economics, Professor, University of Turan, Astana, Kazakhstan.

**Ramazanov I.A.**, Doctor of Economics, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОТ РЕДАКТОРА

|                                                                                   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 4) ..... | 8 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|

### ВЕТЕРИНАРИЯ

|                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Меликова Ю.Н., Чечнева А.В., Вильмис Д.А., Малиюкова У.А. Эффективность применения «Фирококсисба» в комплексной паллиативной терапии сарком мягких тканей у собак .....                                                           | 14 |
| Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П. Медикаментозная терапия открытой формы пиометры у собак: сравнительная оценка эффективности применения «Эстрофантина» в виде монотерапии и в комбинации с «Ализином» .....                           | 23 |
| Евграфова В.А., Андреева А.А., Курчевский В.А., Воронина М.С., Прунтова О.В., Шадрова Н.Б., Яшин Р.В. Оценка эффективности вакцинопрофилактики мастита коров на примере одного из скотоводческих хозяйств Рязанской области ..... | 29 |

### ЗООТЕХНИЯ

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А. Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период ..... | 39  |
| Мифтахутдинов А.В., Алешина А.С. Оценка качества мясной продукции при применении бутафосфансодержащего фармакологического средства СМ-комплекс .....                                                   | 48  |
| Лакота Е.А. Влияние возраста родителей на продуктивные качества потомства у овец .....                                                                                                                 | 57  |
| Теребова С.В., Никулин Ю.П., Никулина О.А., Черепанова Е.К. Использование кормовой добавки «Левивио» при выращивании молодняка овец .....                                                              | 62  |
| Никитина М.М. Сравнение быков-производителей по молочной продуктивности дочерей в ООО «Целинное» Республики Хакасия .....                                                                              | 71  |
| Карликова Г.Г., Лашнева И.А., Сермягин А.А. Моделирование лактационных кривых удоя, компонентов молока и метаболитов обмена веществ коров голштинской породы .....                                     | 77  |
| Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Молочная продуктивность коров-дочерей голштинских быков-производителей .....                                                                     | 85  |
| Вахрамеев А.Б., Позовникова М.В., Рябова А.Е., Федорова З.Л., Дементьева Н.В. Сравнительный анализ фенотипической изменчивости кур различного направления продуктивности .....                         | 92  |
| Емануйлова Ж.В., Егорова А.В. Эффективность селекции материнских линий пород корниш и плимутрок в СГЦ «Смена» .....                                                                                    | 101 |
| Олейник С.А., Лесняк А.В. Полиморфизм гена бета-казеина у крупного рогатого скота джерсейской породы в Ставропольском крае .....                                                                       | 107 |

### АГРОНОМИЯ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Чебочаков Е.Я., Шпедт А.А., Мартынова М.А., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Деградация почв степных агроландшафтов Средней Сибири .....                                                                                                                                       | 114 |
| Рублюк М.В., Иванов Д.А. Роль осушаемого агроландшафта и удобрений в формировании продуктивности овса посевного и эффективность его возделывания в условиях Верхневолжья .....                                                                                                          | 122 |
| Шаманин А.А., Берим М.Н. Тли на посадках картофеля в северной части Архангельской области .....                                                                                                                                                                                         | 129 |
| Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И., Савоськина О.А., Каратаева О.Г., Воробьев К.М., Джалилов Ф.С.-У. Температурная зависимость активности нового бактериофага в отношении возбудителя сосудистого бактериоза капусты <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> ..... | 137 |
| Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя сорта Яромир в Нечерноземной зоне .....                                                                                                                                                              | 146 |
| Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И. Комбинированный фунгицид для защиты масличных культур .....                                                                                                                                                                             | 151 |
| Сумина Е.В., Артемова О.Ю., Белецкий С.В. Влияние микробиологических удобрений на урожайность и качество травы эхинацеи пурпурной .....                                                                                                                                                 | 157 |

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Зверев С.В., Миневич И.Э., Васильев А.С., Чумакова Е.Н. Продукты обрушения семян рапса: разделение и оценка качества .....                                                                | 164 |
| Блинов А.В., Рехман З.А., Блинова А.А., Пирогов М.А., Назаретова Е.Д., Ребезов М.Б. Исследование влияния типа стабилизатора наночастиц селена на физико-химические параметры молока ..... | 172 |

### РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Баутин В.М., Голубев А.В. Вклад сельской экономики в ВВП России и реализацию целей национального развития .....                                                     | 178 |
| Демичев В.В., Маслакова В.В., Токарев В.С. Типизация регионов России на основе комплексного индекса социально-экологической трансформации сельского хозяйства ..... | 186 |

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Семенова О.Ф., Ласточкина Н.В. База данных о научных учреждениях АПК — в помощь специалистам ..... | 194 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## CONTENTS

### EDITOR'S COLUMN

|                                                                               |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|---|
| Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 4) ..... | 8 |
|-------------------------------------------------------------------------------|---|

### VETERINARY MEDICINE

|                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Melikova J.N., Chechneva A.V., Vilms D.A., Malyukova U.A. The effectiveness of "Firocoxib" in the complex palliative treatment of soft tissue sarcomas in dogs .....                                                              | 14 |
| Salagaeva E.K., Dyulger G.P. Drug therapy of the open pyometra in dogs: a comparative assessment of the effectiveness of "Estrophanthin" in monotherapy and in combination with "Alizine" .....                                   | 23 |
| Evgrafova V.A., Andreeva A.A., Kurchevsky V.A., Voronina M.S., Pruntova O.V., Shadrova N.B., Yashin R.V. Evaluation of the effectiveness of mastitis vaccination in cows at one of the livestock farms in the Ryazan region ..... | 29 |

### ZOOTECHNICS

|                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A. Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period ..... | 39  |
| Miftakhutdinov A.V., Aleshina A.S. Evaluation of the quality of meat products using the butaphosphan-containing pharmacological agent SM-complex .....                                                              | 48  |
| Lakota E.A. The influence of parental age on the productive qualities of offspring sheep .....                                                                                                                      | 57  |
| Terebova S.V., Nikulin Y.P., Nikulina O.A., Cherepanova E.K. Use of the feed additive "Levibio" in growing young sheep .....                                                                                        | 62  |
| Nikitina M.M. Comparison of sires in terms of milk productivity of daughters in "Tselinnoe" LLC, Republic of Khakassia .....                                                                                        | 71  |
| Karlikova G.G., Lashneva I.A., Sermyagin A.A. Modeling of milk yield lactation curves, milk components, and metabolic metabolites of Holstein cows .....                                                            | 77  |
| Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Dairy productivity of cows-daughters of Holstein bulls-producers .....                                                                                      | 85  |
| Vakhrameev A.B., Pozovnikova M.V., Ryabova A.E., Fedorova Z.L., Dementieva N.V. Comparative analysis of the phenotypic variability of chickens of different productivity directions .....                           | 92  |
| Emanuilova Zh.V., Egorova A.V. Efficiency of selection of maternal lines of Cornish and Plymouth Rock breeds in the "Smena" breeding center .....                                                                   | 101 |
| Oleinik S.A., Lesnyak A.V. Beta-casein gene polymorphism in Jersey cattle in the Stavropol region .....                                                                                                             | 107 |

### AGRONOMY

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Martynova M.A., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. Degradation of soils in the steppe agrolandscapes of Middle Siberia .....                                                                                                                      | 114 |
| Rublyuk M.V., Ivanov D.A. The role of drained agrolandscape and fertilizers in the formation of productivity of oats and the efficiency of its cultivation in the conditions of the Upper Volga region .....                                                                             | 122 |
| Shamanin A.A., Berim M.N. Aphids on potato plantings in the northern part of the Arkhangelsk region .....                                                                                                                                                                                | 129 |
| Taranov R.I., Evseev P.V., Chebanenko S.I., Savoskina O.A., Karataeva O.G., Vorobyov K.M., Dzhaliyov F.S.-U. Temperature dependence of the activity of a new bacteriophage against the causative agent of black rot of cabbage <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> ..... | 137 |
| Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Effect of biological preparations on the productivity of spring barley of the Yaromir variety in the Non-Chernozem zone .....                                                                                                                              | 146 |
| Astarkhanova T.S., Alibalayeva L.I., Abasova T.I., Combined fungicide for the protection of oilseeds .....                                                                                                                                                                               | 151 |
| Sumina E.V., Artemova O.Yu., Beletsky S.V. Effect of microbiological fertilizers on the yield and quality of <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. grass .....                                                                                                                          | 157 |

### AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

|                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zverev S.V., Minevich I.E., Vasiliev A.S., Chumakova E.N. Rapeseed seed collapse products: separation and quality assessment .....                                                                          | 164 |
| Blinov A.V., Rekhman Z.A., Blinova A.A., Pirogov M.A., Nazaretova E.D., Rebezov M.B. Study of the influence of the type of selenium nanoparticle stabilizer on the physicochemical parameters of milk ..... | 172 |

### REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bautin V.M., Golubev A.V. The contribution of the rural economy to GDP and the implementation of Russia's national development goals .....                     | 178 |
| Demichev V.V., Maslakova V.V., Tokarev V.S. Typing of Russian regions based on the comprehensive index of socio-ecological transformation of agriculture ..... | 186 |

### DIGITALIZATION

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Semenova O.F., Lastochkina N.V. Database of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex — to help specialists ..... | 194 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

УДК: 002.63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-8-13

**М.Б. Ребезов**<sup>1, 2</sup>

**Б.В. Виолин**<sup>3</sup> ✉

<sup>1</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

✉ [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

Поступила в редакцию: 02.04.2025

Одобрена после рецензирования: 08.05.2025

Принята к публикации: 22.05.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-8-13

**Maxim B. Rebezov**<sup>1, 2</sup>

**Boris V. Violin**<sup>3</sup> ✉

<sup>1</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant — a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia

✉ [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

Received by the editorial office: 02.04.2025

Accepted in revised: 08.05.2025

Accepted for publication: 22.05.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V.

## Публикационная активность в инфографике (часть 4)

### РЕЗЮМЕ

В четвертой части представлена динамика развития научных направлений в журнале «Аграрная наука» по следующим показателям: временная диаграмма с накоплением; нормированная временная диаграмма с накоплением.

Представлена статистическая информация по топ-10 организаций журнала «Аграрная наука», которая ранжировалась по следующим критериям: организации — место работы авторов (по числу статей); организации — место работы авторов (по числу цитирований в РИНЦ); организации — место работы авторов (по числу цитирований в ядре РИНЦ); организации, цитирующие статьи в журнале «Аграрная наука»; организации, цитируемые в статьях журнала «Аграрная наука».

Представлена информация по зарубежным странам и регионам Российской Федерации, которая ранжировалась по следующим критериям: авторы статей в журнале «Аграрная наука»; распределение по числу публикаций; распределение по числу публикаций в РИНЦ; распределение по числу публикаций из ядра РИНЦ; цитирующие публикации.

**Ключевые слова:** публикационная активность журнала, научные издания, научные публикации, статистический анализ, индекс Хирша, авторы

**Для цитирования:** Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 4). *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 8–13.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-8-13>

## Publication activity in infographics (part 4)

### ABSTRACT

The fourth part presents the dynamics of development of scientific directions in the journal “Agrarian Science” according to the following indicators: time diagram with accumulation; normalized time diagram with accumulation.

Presents statistical information on the top-10 organizations of the journal “Agrarian Science”, which was ranked according to the following criteria: organizations — authors’ place of work (by number of articles); organizations — authors’ place of work (by number of citations in the RSCI); organizations — authors’ place of work (by number of citations in the RSCI core); organizations citing articles in the journal “Agrarian Science”; organizations cited in articles of the journal “Agrarian Science”.

Presents information on foreign countries and regions of the Russian Federation, which was ranked according to the following criteria: authors of articles in the journal “Agrarian Science”; distribution by number of publications; distribution by number of publications in the RSCI; distribution by number of publications from the RSCI core; citing publications.

**Key words:** publication activity of the journal, editorial policy, scientific publications, scientific publications, statistical analysis, h-index, authors

**For citation:** Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 4). *Agrarian science*. 2025; 396(07): 8–13 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-8-13>

## Введение/Introduction

Журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (К1, К2), в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS<sup>1</sup>, в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, RSCI<sup>2</sup>, «Белый список»<sup>3</sup>.

Продолжаем цикл публикаций по оценке публикационной активности и рейтингов журнала «Аграрная наука» [1–3]. Для оценки научных журналов используют различные методики (например, подсчет цитирований, расчет импакт-фактора, оценку по рейтингу журналов и др.) [4–8].

Авторами выполнен анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» с 2008 по 2023 г.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объекты исследования — публикационная активность и ранжирование журнала «Аграрная наука», предмет исследования — массив данных, представленных в издании с 2008 по 2023 г.

Материал для исследования — статистические данные, представленные в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU<sup>4</sup>. Полученные данные анализировали с применением проблемно-тематического и системного анализа.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Продолжение исследований. Первая часть опубликована в № 4, 5 журнала «Аграрная наука» за 2025 г. [1–3].

Динамика развития научных направлений в журнале «Аграрная наука» (на рис. 1) изучена по следующим показателям:

- ✓ временная диаграмма с накоплением<sup>5</sup>;
- ✓ нормированная временная диаграмма с накоплением<sup>6</sup>.

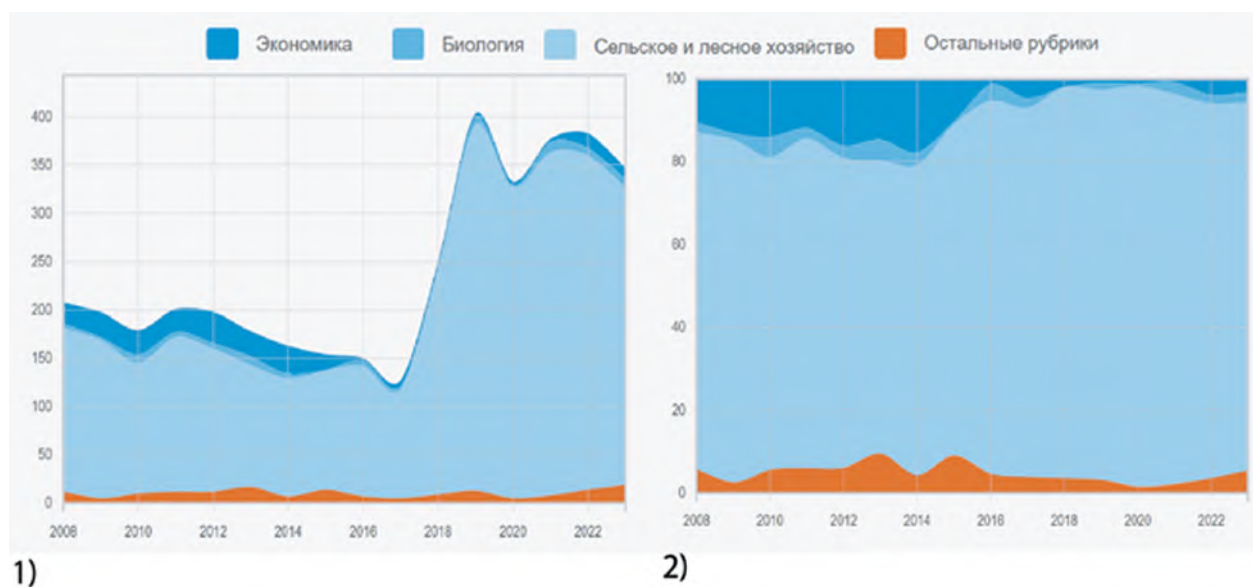
Представленные диаграммы свидетельствуют об основном направлении опубликованных исследований в журнале «Сельское хозяйство». Хронологическое распределение информации о числе уникальных организаций<sup>7</sup> представлено на рисунке 2.

Количество уникальных организаций в журнале растет с 2020 г. — с 79 до 119 (в 2023 г.).

**Рис. 1.** Динамика развития научных направлений  
**Fig. 1.** Dynamics of development of scientific directions

- 1) диаграмма с накоплением, количество статей по годам  
1) cumulative chart, number of articles by year

- 2) нормированная диаграмма с накоплением, %  
2) normalized cumulative chart, %



<sup>1</sup> <https://agris.fao.org/>

<sup>2</sup> Совместный проект Российской академии наук, компаний Clarivate Analytics и Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — коллекция лучших российских журналов на платформе Web of Science. [https://elibrary.ru/project\\_rsci.asp?](https://elibrary.ru/project_rsci.asp?)

<sup>3</sup> Сведения о журналах, включенных в актуальную версию «Белого списка» (протоколы заседания Межведомственной рабочей группы по формированию и актуализации «Белого списка» научных журналов от 11.07.2024 № ДС/25-пр, от 15.05.2023 № ДС/17-пр, от 20.10.2022 № ДА/3855-пр). <https://journalrank.rcsi.science/ru/>

<sup>4</sup> <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

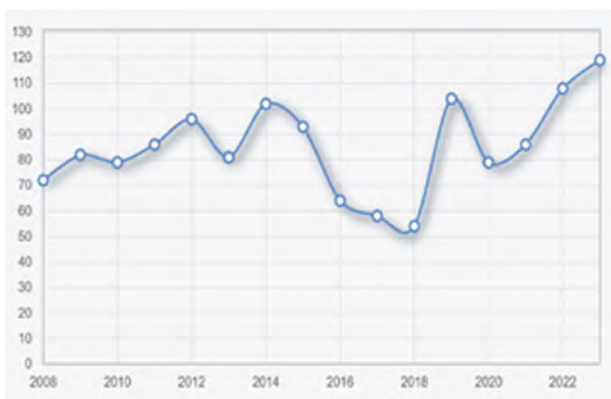
<sup>5</sup> Диаграмма показывает, как менялось со временем распределение статей в журнале по научным направлениям. Толщина каждого слоя на графике соответствует числу статей в журнале за год по данному научному направлению.

<sup>6</sup> Диаграмма показывает, как менялось со временем процентное соотношение числа статей в журнале по различным научным направлениям. Для каждого года общее количество статей в журнале нормировано к 100%. Толщина каждого слоя соответствует доле в процентах числа статей в журнале по данному научному направлению.

<sup>7</sup> Учитываются идентифицированные организации, авторы из которых опубликовали в текущем году хотя бы одну статью в журнале.

**Рис. 2.** Хронологическое распределение информации о числе уникальных организаций в журнале «Аграрная наука»

**Fig. 2.** Chronological distribution of information on the number of unique organizations in the journal "Agrarian Science"

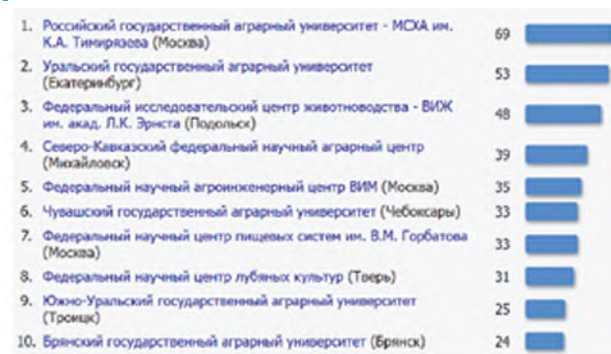


На рисунке 3 представлена статистическая информация по топ-10 организаций журнала «Аграрная наука», которая ранжировалась по следующим критериям:

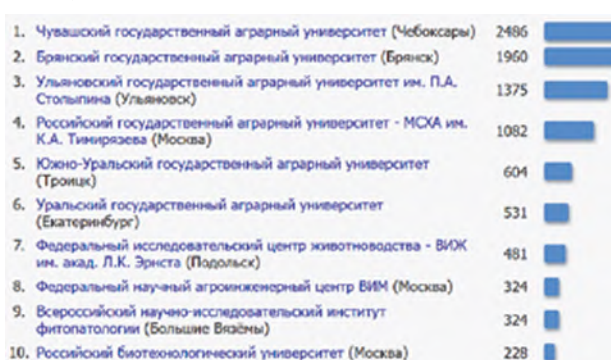
- ✓ организации — место работы авторов (по числу статей)<sup>8</sup>;
- ✓ организации — место работы авторов (по числу цитирований в РИНЦ)<sup>9</sup>;

**Рис. 3.** Топ-10 организаций

**Fig. 3.** Top-10 organizations



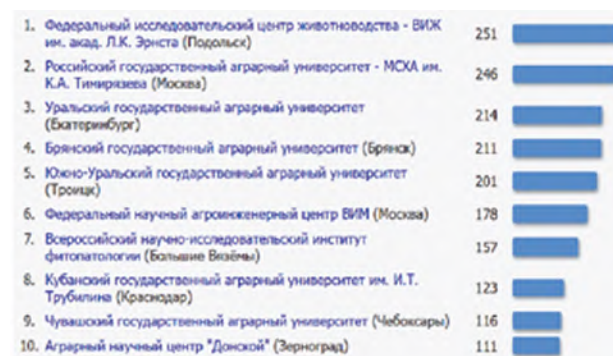
- 1) по числу статей  
1) by number of articles



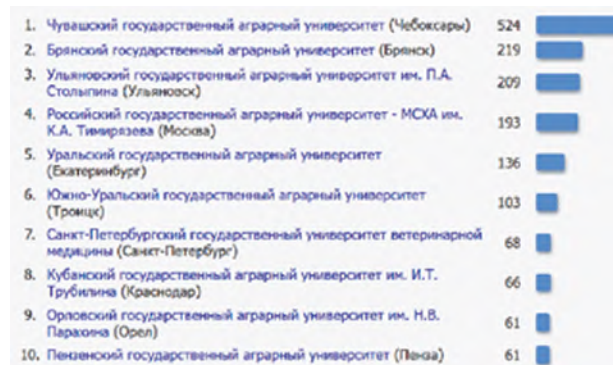
- 2) по числу цитирований в РИНЦ  
2) by the number of citations in the RSC

- ✓ организации — место работы авторов (по числу цитирований в ядре РИНЦ)<sup>10</sup>;
- ✓ организации, цитирующие статьи в журнале «Аграрная наука»<sup>11</sup>;
- ✓ организации, цитируемые в статьях журнала «Аграрная наука»<sup>12</sup>.

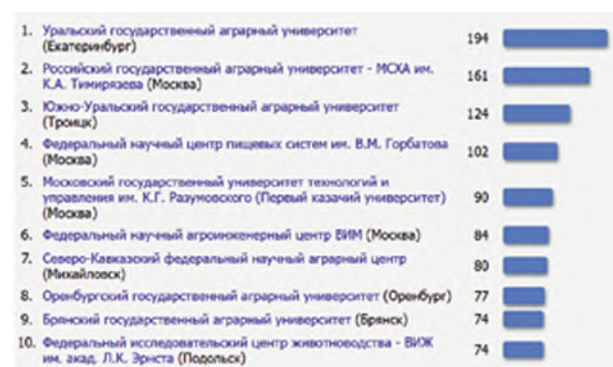
Анализ представленной информации (рис. 3) свидетельствует о привлечении научно-педагогических сотрудников наивысшей категории для публикации исследований на страницах журнала «Аграрная наука» из ведущих российских научных центров и аграрных вузов России.



- 3) по числу цитирований в ядре РИНЦ  
3) by the number of citations in the core Russian Scientific Citation Index



- 4) количество цитирований в журнале  
4) number of citations in the journal



- 5) организации, цитируемые в статьях журнала  
5) organizations cited in the journal articles

<sup>8</sup> Выводится список из 10 организаций, имеющих наибольшее количество статей в данном журнале за 5 лет (2019–2023 гг.). Сортировка — по числу статей (в порядке убывания).

<sup>9</sup> Выводится список из 10 организаций, статьи которых в журнале получили в 2019–2023 гг. наибольшее количество цитирований в РИНЦ. Сортировка — по сумме цитирований статей в РИНЦ (в порядке убывания).

<sup>10</sup> Выводится список из 10 организаций, статьи которых в журнале получили в 2019–2023 гг. наибольшее количество цитирований из ядра РИНЦ. Сортировка — по сумме цитирований статей из ядра РИНЦ (в порядке убывания).

<sup>11</sup> Выводится список из 10 организаций, наиболее активно цитирующих статьи в журнале «Аграрная наука» за 2019–2023 гг. Сортировка — по числу цитирований (в порядке убывания). Цитирующие статьи относятся к 2019–2023 гг.

<sup>12</sup> Выводится список из 10 организаций, чаще всего цитируемых в статьях журнала «Аграрная наука» за 2019–2023 гг. Сортировка — по числу цитирований (в порядке убывания). Цитируемые статьи относятся к периоду 2019–2023 гг.

Интерес вызывает информация по зарубежным странам и регионам Российской Федерации (рис. 4), которая ранжировалась по следующим критериям:

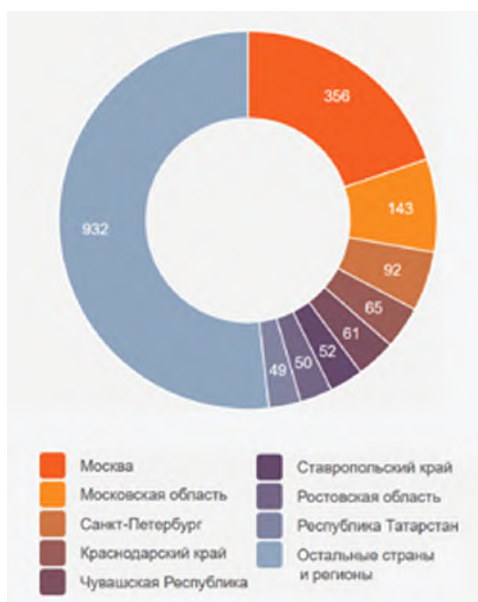
✓ авторы статей в журнале «Аграрная наука»<sup>13</sup>;

- ✓ распределение по числу публикаций<sup>14</sup>;
- ✓ распределение по числу публикаций в РИНЦ<sup>15</sup>;
- ✓ распределение по числу публикаций из ядра РИНЦ<sup>16</sup>;
- ✓ цитирующие публикации<sup>17</sup>.

**Рис. 4.** Регионы России и зарубежные страны

**Fig. 4.** Regions of Russia and foreign countries

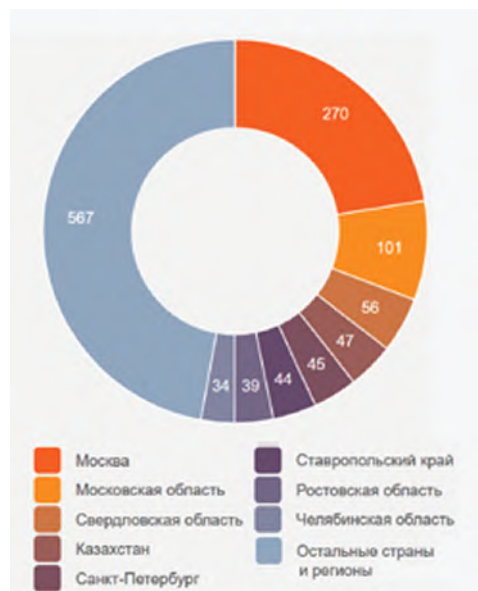
1)



1) распределение по регионам России авторов статей в журнале

1) distribution of authors of articles in the journal by regions of Russia

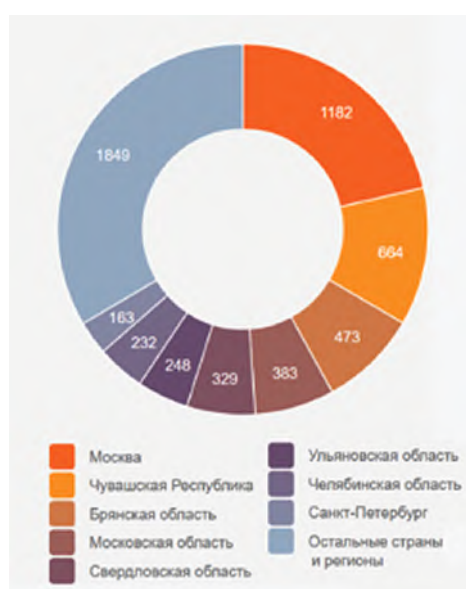
2)



2) доля статей из зарубежной страны или региона России в общем количестве статей в журнале

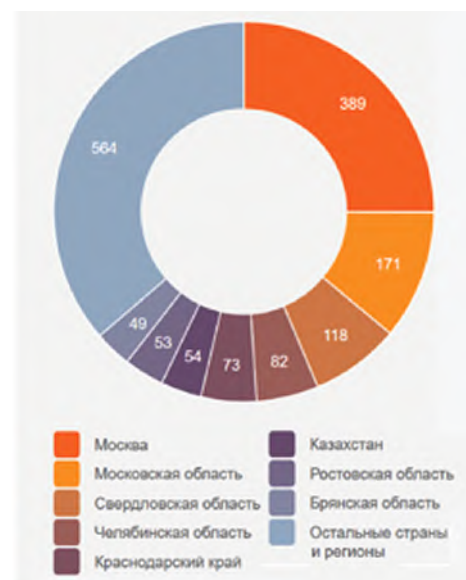
2) share of articles from a foreign country or region of Russia in the total number of articles in the journal

3)



3) доля цитирований из соответствующей страны или региона в общем количестве цитирований в РИНЦ статей в журнале

3) the share of citations from the relevant country or region in the total number of citations from the RSCI core of articles in the journal



4) доля цитирований из соответствующей страны или региона в общем количестве цитирований из ядра РИНЦ статей в журнале

4) the share of citations from the relevant country or region in the total number of citations in the RSCI of articles in the journal

<sup>13</sup> Диаграмма показывает распределение по странам и регионам авторов статей в журнале за 5 лет (2019–2023 гг.).

<sup>14</sup> Размер сегмента диаграммы отражает долю статей из данной страны или региона в общем количестве статей в журнале за 5 лет (2019–2023 гг.).

<sup>15</sup> Размер сегмента диаграммы отражает долю цитирований из соответствующей страны или региона в общем количестве цитирований в РИНЦ статей в журнале. Учитываются все цитирования статей журнала за 5 лет (2019–2023 гг.) в РИНЦ.

<sup>16</sup> Размер сегмента диаграммы отражает долю цитирований из соответствующей страны или региона в общем количестве цитирований из ядра РИНЦ статей в журнале. Учитываются все цитирования статей журнала за 5 лет (2019–2023 гг.) из ядра РИНЦ.

<sup>17</sup> Диаграмма показывает распределение по странам и регионам публикаций, цитирующих статьи в журнале. Учитываются все цитирования статей журнала за 5 лет (2019–2023 гг.), полученные на данный момент времени.

**Рис. 4.** (продолжение) Регионы России и зарубежные страны  
**Fig. 4.** Regions of Russia and foreign countries



5) распределение по странам и регионам публикаций, цитирующих статьи в журнале  
5) distribution by country and region of publications citing articles in the journal

За анализируемый период наблюдаем следующее распределение по регионам России авторов статей в журнале: Москва — 19,8%, Московская область — 7,9%, Санкт-Петербург — 5,1%.

С 2019 по 2023 год наибольшее количество статей были опубликованы из российских регионов:

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

Москва — 22,4%, Московская область — 8,4%, Свердловская область — 4,7%, а из зарубежных стран — Казахстан (3,9%).

Наибольшее количество цитирований (2019–2023 гг.) из регионов России в общем количестве цитирований в РИНЦ статей в журнале распределены таким образом: Москва — 21,4%, Чувашия — 12,0%, Брянская область — 8,6%.

За последние пять лет, по данным РИНЦ, наибольшее количество цитирований из регионов России в общем количестве цитирований из ядра РИНЦ статей в журнале распределены таким образом: Москва — 25,0%, Московская область — 11,0%, Свердловская область — 7,6%, а из зарубежных стран — Казахстан (3,5%). Наибольшее количество публикаций по регионам России (Москва — 15,0%, Чувашия — 12,0%, Брянская область — 5,4%, Московская область — 5,4%), цитирующих статьи в журнале за анализируемый период.

## Выводы/Conclusions

На заседании редакционного совета в июне 2025 г. рассмотрен анализ ранжирования и публикационной активности журнала за 2008–2023 гг. По результатам обсуждения предложен план мероприятий, направленных на повышение наукометрических показателей издания, включая оптимизацию редакционной политики, привлечение высокоцитируемых авторов из научных центров.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 1). *Аграрная наука*. 2025; 393(04): 22–27. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-22-27>
- Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 2). *Аграрная наука*. 2025; (5): 25–30. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30>
- Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Публикационная активность в инфографике (часть 3). *Аграрная наука*. 2025; 1(6): 34–39. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-34-39>
- Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; 7: 26–39. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
- Асан А. Классификация научных журналов с опорой на индексы цитирования. *Научные и технические библиотеки*. 2024; 5: 56–70. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-5-56-70>
- Todosiychuk A.V. Scientometric indicators in the system of evaluating scientific performance and work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160. <https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
- Боркин Л.Я., Сайфитдинова А.Ф. Наукометрия, оценка научной деятельности ученых и научная политика в России. *Биосфера*. 2024; 16(1): 103–143. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v16i1.906>
- Акоев М.А., Маркусова В.А., Москалева О.В., Писляков В.В. Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии: Монография. Екатеринбург: Издательство Уральского университета; 2014; 249. <https://doi.org/10.15826/B978-5-7996-1352-5.0000>

## REFERENCES

- Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 1). *Agrarian science*. 2025; 393(04): 22–27 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-22-27>
- Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 2). *Agrarian science*. 2025; (5): 25–30 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-25-30>
- Rebezov M.B., Violin B.V. Publication activity in infographics (part 3). *Agrarian science*. 2025; 1(6): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-34-39>
- Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and technical libraries*. 2024; 7: 26–39 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
- Asan A. Classification of scientific journals based on citation indices. *Scientific and technical libraries*. 2024; 5: 56–70 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-5-56-70>
- Todosiychuk A.V. Scientometric indicators in the system of evaluating scientific performance and work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160. <https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
- Borkin L.Ya., Saifitdinova A.F. Scientometrics, assessment of scientific activities of scientists, and science policy in Russia. *Biosphere*. 2024; 16(1): 103–143 (in Russian). <https://doi.org/10.24855/biosfera.v16i1.906>
- Akoev M.A., Markusova V.A., Moskaleva O.V., Pisyakov V.V. Handbook of Scientometrics: Indicators of Science and Technology Development: Monograph. Ekaterinburg: Ural University Publishing House; 2014; 249 (in Russian). <https://doi.org/10.15826/B978-5-7996-1352-5.0000>

## ОБ АВТОРАХ

**Максим Борисович Ребезов<sup>1,2</sup>**

• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>1</sup>;  
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>2</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Борис Викторович Виолин<sup>3</sup>**

кандидат ветеринарных наук  
agrovetpress@inbox.ru

<sup>1</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Maxim Borisovich Rebezov<sup>1,2</sup>**

• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher<sup>1</sup>;  
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>2</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Boris Viktorovich Violin<sup>3</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences  
agrovetpress@inbox.ru

<sup>1</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

<sup>3</sup>All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — a branch of the of the Federal Scientific Centre VIEV,

5 Zvenigorodskoe shosse, Moscow, 123022, Russia



## Достойное вознаграждение за привлеченную рекламу от ИД «Аграрная наука»

**Вы**

общительны и активны  
владеете связями в сфере АПК  
имеете время и желание  
хотите заработать

**Мы гарантируем**

☒ интересную работу по привлечению рекламы в проекты ИД  
☒ свободный, удобный график  
☒ официальное оформление  
☒ щедрый % за принесенную вами рекламу

**Звоните +7 (916) 616-05-31**

Реклама

ОТ РЕДАКТОРА

УДК: 619:616-006-08:636.7

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-14-22

Ю.Н. Меликова ✉

А.В. Чечнева

Д.А. Вильмис

У.А. Малюкова

Российский биотехнологический университет (Росбиотех), Москва, Россия

✉ melikovayn@mgupp.ru

Поступила в редакцию: 28.05.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Меликова Ю.Н., Чечнева А.В., Вильмис Д.А., Малюкова У.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-14-22

Julia N. Melikova ✉

Anastasia V. Chechneva

Darya A. Vilms

Ulyana A. Malyukova

Russian Biotechnological University (Rosbiotech), Moscow, Russia

✉ pavelrudenko76@yandex.ru

Received by the editorial office: 28.05.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Melikova J.N., Chechneva A.V., Vilms D.A., Malyukova U.A.

## Эффективность применения «Фирококсиба» в комплексной паллиативной терапии сарком мягких тканей у собак

### РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты длительного применения «Фирококсиба» с целью лечения и контроля воспалительного процесса у животных с подтвержденным диагнозом «саркома мягких тканей неопределенного фенотипа в области головы». Исследование было проведено в 2024–2025 гг. на базе кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (Росбиотех)». Объектом исследования являлись 40 собак с нерезектабельными саркомами мягких тканей неопределенного фенотипа в области головы, подтвержденными гистологически.

**Цель работы** — изучение влияния «Фирококсиба» в комплексной терапии нерезектабельных сарком мягких тканей с оценкой течения локального воспалительного процесса. В ходе исследования были сформированы 4 группы собак, в которых определяли объем пораженной ткани, степень воспаления, болевой синдром и скорость роста нерезектабельных злокачественных новообразований у собак. В трех группах применяли «Фирококсиб» в качестве нестероидного противовоспалительного препарата в сочетании с «Карбоплатином» (алкилирующим антинеопластическим препаратом), четвертая группа служила контролем (для животных в данной группе применяли «Карбоплатин» в монорежиме).

По результатам исследования было выявлено, что «Фирококсиб» снизил воспалительный компонент и степень болезненности в области локализации онкологического процесса, что позволило значительно улучшить качество жизни во всех трех группах собак по сравнению с контрольной, при этом побочных эффектов выявлено не было. Показано, что «Фирококсиб» значительно усиливает противоопухолевую активность «Карбоплатина» за счет купирования воспалительного процесса и предполагаемого частичного ингибирования развития опухоли, приводя к частичной ремиссии и увеличению общей выживаемости.

**Ключевые слова:** ингибитор циклооксигеназы-2, «фирококсиб», злокачественные новообразования, апоптоз, неоплазия, воспаление, собаки

**Для цитирования:** Меликова Ю.Н., Чечнева А.В., Вильмис Д.А., Малюкова У.А. Эффективность применения «Фирококсиба» в комплексной паллиативной терапии сарком мягких тканей у собак. *Аграрная наука*. 2025; 396 (07): 14–22. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-14-22>

## The effectiveness of “Firocoxib” in the complex palliative treatment of soft tissue sarcomas in dogs

### ABSTRACT

The article presents the results of long-term use of “Firocoxib” for the treatment and control of the inflammatory process in animals with a confirmed diagnosis of soft tissue sarcoma of an indeterminate phenotype in the head area. The study was conducted in 2024–2025 on the basis of the Department of Diseases of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals of the Russian Biotechnological University (Rosbiotech). The object of the study was 40 dogs with unresectable soft tissue sarcomas of an indeterminate phenotype in the head region, confirmed histologically.

**The aim of the work** was to study the effect of “Firocoxib” in the complex therapy of unresectable soft tissue sarcomas with an assessment of the course of the local inflammatory process.

During the study, 4 groups of dogs were formed, in which the volume of the affected tissue, the degree of inflammation, pain syndrome and the growth rate of unresectable malignant neoplasms in dogs were determined. “Firocoxib” was used in three groups as a nonsteroidal anti-inflammatory drug in combination with “Carboplatin” (an alkylating antineoplastic drug), the fourth group served as a control (“Carboplatin” was used in monotherapy for animals in this group).

According to the results of the study, “Firocoxib” reduced the inflammatory component and the degree of pain in the area of localization of the oncological process, which significantly improved the quality of life in all three groups of dogs compared with the control, while no side effects were detected. “Firocoxib” has been shown to significantly enhance the antitumor activity of “Carboplatin” by relieving the inflammatory process and partially inhibiting tumor development, leading to partial remission and increased overall survival.

**Key words:** cyclooxygenase-2 inhibitor, “Firocoxib”, malignant neoplasms, apoptosis, neoplasia, inflammation, dogs

**For citation:** Melikova J.N., Chechneva A.V., Vilms D.A., Malyukova U.A. The effectiveness of “Firocoxib” in the complex palliative treatment of soft tissue sarcomas in dogs. *Agrarian science*. 2025; 396 (07): 14–22 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-14-22>

## Введение/Introduction

Среди животных наиболее подвержены онкологической патологии мелкие домашние животные [1]. По сравнению с другими видами животных у кошек и собак злокачественные опухоли встречаются намного чаще, оказываясь предпосылкой к летальному исходу [2–5].

Основными методами лечения злокачественных новообразований являются хирургическое иссечение, лучевая и химиотерапия (или комбинация этих мер). При невозможности проведения радикального лечения необходимо назначение паллиативной терапии, включающей применение препаратов группы алкилирующих антинеопластических средств в комбинации с группой нестероидных противовоспалительных препаратов. Актуальный вопрос — подбор препаратов группы нестероидных противовоспалительных средств с целью достижения максимального терапевтического эффекта и снижения риска возникновения побочных эффектов [6].

Канцерогенез — сложный многофакторный процесс, приводящий к возникновению злокачественных новообразований, хотя воспаление и является защитной реакцией организма на внедрение инфекционного агента, поступление антигена или физическое повреждение клеток, которая в норме устраняет возбудителя и восстанавливает физиологию тканей [3–5, 7]. Однако при хроническом течении процесса воспаление может в том числе привести к канцерогенезу за счет подавления апоптоза, пролиферации и развитию ангиогенеза [8].

Микроокружение злокачественной опухоли, богатое воспалительными клетками, факторами роста и агентами, способствующими повреждению ДНК, способствует устойчивой и усиленной пролиферации и выживанию клеток, тем самым повышая неопластический риск [9].

Циклооксигеназа-2 (ЦОГ-2) является ферментом, ответственным за воспалительный каскад, способствуя синтезу нескольких медиаторов воспаления, таких как простагландины и тромбоксан [10, 11]. Селективные ингибиторы ЦОГ-2 снижают уровень простаглицина, антиагрегационного агента, однако не снижают уровень сосудосуживающих медиаторов, генерируемых ЦОГ-1.

Высокоселективные ингибиторы ЦОГ-2, известные как коксибы, представляют собой тип нестероидных противовоспалительных препаратов, которые напрямую воздействуют на ЦОГ-2, фермент, отвечающий за воспаление и боль, что способствует торможению роста неопластических клеток за счет противовоспалительного эффекта и влияния на микроокружение злокачественной опухоли. Ингибиторы ЦОГ-2 снижают воспаление и болевой синдром, а в сочетании с химиотерапевтическими препаратами, цитостатиками или таргетной терапией усиливают их противоопухолевую активность, снижая скорость и объем роста новообразований, приводя к частичной ремиссии,

увеличению общей выживаемости и улучшению качества жизни у онкологических больных [11–13].

Эффективность перорального применения ингибитора ЦОГ-2 в комплексной терапии с фосфатом тоцераниба и пероральным циклофосфамидом у собак с диагнозом «рак молочной железы» была доказана на основании выраженных клинических улучшений и повышения показателя медианы выживаемости по сравнению с группой пациентов, получавших монотерапию одним из препаратов [14].

Есть мнение, что из-за небольшого размера и высокой гидрофильности нестероидные противовоспалительные препараты ограниченно проникают в раковые клетки, однако применение селективных ингибиторов ЦОГ-2 улучшает их проникновение внутрь раковой клетки [11]. В клинических исследованиях было доказано, что длительное использование селективных ингибиторов ЦОГ-2 (коксибов) снижает частоту возникновения некоторых злокачественных новообразований в гуманной медицине, а также повышает эффективность химиотерапии [15].

В свою очередь, в ветеринарной медицине применение селективных ингибиторов ЦОГ-2 у собак, больных переходно-клеточной карциномой, плоскоклеточным раком и раком молочной железы, продемонстрировало высокую эффективность терапии посредством снижения продукции PGE-2, который ингибирует апоптоз, способствует пролиферации клеток, стимулирует ангиогенез и снижает иммунитет, при этом наблюдалось повышение воспалительных цитокинов Th1 [16–18].

«Фирококсиб» является ЦОГ-2-специфическим нестероидным противовоспалительным препаратом. В экспериментальном проспективном исследовании на клеточных культурах была подтверждена индукция апоптоза в клеточных линиях собак со злокачественной опухолью молочной железы, предоставив убедительные доказательства проапоптотического эффекта «Фирококсиба» на раковые клетки [19].

Многие авторы в своих исследованиях отмечают снижение размеров опухоли и выживаемости при комплексной терапии опухолевых патологий «Фирококсиба» в сочетании с тоцеранибфосфатом [20, 21], «Карбоплатином» [22], «Цисплатином» [23], а также противоопухолевый эффект за счет подавления воспаления при применении «Фирококсиба» в монотерапии при паллиативном лечении у собак [19].

Некоторые исследования указывают на хорошую переносимость, высокую безопасность и низкий процент выявления побочных эффектов при длительном применении «Фирококсиба» у собак с различными видами новообразований [19–22, 24].

*Цель работы* — изучение влияния «Фирококсиба» в комплексной терапии нерезектабельных сарком мягких тканей с оценкой течения локального воспалительного процесса.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проводили в 2023–2025 гг. на базе кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (Росбиотех)».

Объектом исследования послужили 40 собак домашнего содержания различной породы, пола и возраста с первичной спонтанной саркомой мягких тканей неопределенного фенотипа в области головы, подтвержденной при патоморфологическом исследовании (цитологически и (или) гистологически). Исследования проводили в соответствии с Директивой от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ EU Европейского парламента и Совета Европейского союза о защите животных, используемых в научных целях.

При проведении исследования был использован комплексный методический подход, состоящий из анализа анамнестических данных жизни и болезни животных, проведения клинического осмотра, оценки результатов общего клинического и биохимического анализов крови, а также дополнительных методов визуальной диагностики, включавших рентгенографическое исследование грудной полости и ультразвуковое исследование брюшной полости, при необходимости магнитно-резонансную томографию (МРТ) и компьютерную томографию (КТ).

Гематологические исследования включали общий клинический и биохимический анализ крови, проводимые с целью выявления количественного состава крови и сопутствующих патологий, а также выбора протоколов лечения. Материалы для гематологических исследований — цельная кровь и сыворотка крови. Кровь для анализа брали с соблюдением всех правил подготовки к проведению гематологического исследования, учитывая особенности метаболизма различных видов животных.

Исследование проводили при соблюдении голодной диеты (не менее 12 часов). Кровь получали путем венепункции преимущественно передней подкожной вены предплечья (*V. Cephalica*) и латеральной подкожной вены голени (*V. saphena lateralis*). Для биохимического анализа крови использовали пробирки с активатором свертывания, для клинического анализа крови — пробирки с антикоагулянтом КЗ ЭДТА (пробирку заполняли кровью строго до отметки на этикетке). После взятия крови для клинического исследования пробирку осторожно переворачивали не менее 10 раз для перемешивания крови с антикоагулянтом, исследование проводили в течение 30 мин. для снижения вероятности артефактов, связанных с хранением.

Морфологическое исследование крови на анализаторе Micro CC-20 Plus (High Technology, Inc., США) по общепринятым методикам. Определяли количество эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, лейкоцитов с лейкоцитарной формулой, тромбоцитов, скорость оседания эритроцитов, тромбоцитов. Производили автоматический и ручной подсчет элементов крови при помощи микроскопии мазков крови, окрашенных по Паппенгейму. Для окраски приготовленные подсушенные мазки крови помещали в раствор эозин метиленового синего типа Лейшмана («МиниМед-Л», ООО «МиниМед», Россия) на 2–3 мин., затем промывали и помещали в раствор красителя Азур-эозин по Романовскому («МиниМед-Р», ООО «МиниМед», Россия), приготовленный в соотношении 1:10 на 10–15 мин. После окраски мазок сушили и приступали к микроскопической оценке.

С помощью методов визуальной диагностики определяли локализацию процесса и степень инвазии в окружающие ткани первичного опухолевого очага, оценивали наличие метастазов и определяли стадию процесса, а также проводили морфологическое исследование новообразований для определения тактики лечения.

Окончательный диагноз и степень злокачественности определяли на основании анализа результатов комплексного обследования животного и подтверждения опухолевого процесса посредством морфологического исследования биоптатов для исключения других возможных факторов клинических проявлений патологических состояний.

После верификации сарком мягких тканей в области головы собакам была назначена химиотерапия с применением цитостатического препарата «Карбоплатин» в дозировке от 250 до 300 мг/м<sup>2</sup> внутривенно (раз в 3 недели), курс — 4–6 инъекций. Хирургическое лечение у животных не проводили по причине нерезектабельности опухоли (отсутствие возможности соблюдения правил абластики и антиблаستيци) или отсутствия согласия владельцев. Распределение по группам и выбор дозировки «Фирококсима» проводили с учетом размера и выраженности воспалительной инфильтрации опухолевого очага, а также степени болевого синдрома.

Для оценки боли использовали шкалу, разработанную Центром ветеринарной медицины Университета штата Колорадо (США)<sup>1</sup>. В результате были сформированы 4 группы по 10 собак, дозировка фирококсима — 5, 10 и 15 мг/кг/сут. В 4-й группе животным «Фирококсим» не назначали, данную группу рассматривали как контрольную (табл. 1).

<sup>1</sup> Мэтьюс К. Руководство WSAVA по распознаванию, оценке и лечению боли. Ч. 1 / К. Мэтьюс, П.В. Кронен, Д. Ласцеллес и др. // CBM. 2016; 4: 58.

Таблица 1. Группы собак в исследовании

Table 1. Groups of dogs in the study

| Группа | Размер опухолевого очага | Степень болевого синдрома | Используемые препараты*                                              |
|--------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1      | до 2 см                  | 1–2                       | «Карбоплатин» 50–300 мг/м <sup>2</sup><br>«Фирококсіб» 5 мг/кг/сут   |
| 2      | 2–5 см                   | 2–3                       | «Карбоплатин» 250–300 мг/м <sup>2</sup><br>«Фирококсіб» 10 мг/кг/сут |
| 3      | более 5 см               | 3–4                       | «Карбоплатин» 250–300 мг/м <sup>2</sup><br>«Фирококсіб» 15 мг/кг/сут |
| 4      | до 5 см                  | 2–4                       | «Карбоплатин» 250–300 мг/м <sup>2</sup>                              |

Примечание: \* «Карбоплатин» — РОНЦ, ДВ — карбоплатин; производитель ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Россия); \* «Фироко», ДВ — фирококсіб (ГК ВИК, Россия).

Для оценки эффективности лечения проводили регулярные осмотры животных, включавшие клиническое обследование животного, визуальную оценку и измерение опухолевого очага, а также клинический анализ крови перед следующим введением «Карбоплатина». Результаты биохимического анализа крови оценивали каждые три месяца.

На основании полученных результатов исследования были сформированы базы данных в программе Excel MS Office. Статистическую обработку проводили в программе Statistica 10.0 (США). Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро — Уилка<sup>2</sup>, достоверность различий — с помощью параметрического двухстороннего t-критерия Стьюдента<sup>3</sup>, непараметрического U-критерия Манна — Уитни<sup>4</sup> для независимых выборок. Различия между сравниваемыми группами считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

При проведении исследования «Фирококсіб» в дозировке 5, 10 и 15 мг/кг/сут являлся препаратом выбора в качестве нестероидного противовоспалительного препарата у животных с предварительным диагнозом и размером опухолевого очага, подходящими для первых трех групп исследования, до постановки окончательного диагноза и после взятия биопсии для цитологического и (или) гистологического исследования. При подтверждении диагноза «саркома мягких тканей неопределенного фенотипа» животным назначали химиотерапевтическое лечение.

При назначении «Фирококсиба» улучшение клинических проявлений отмечали на 3-й и последующие дни: снижение болезненности и зуда, уменьшение и (или) прекращение объема отделяемого, уменьшение степени выраженности воспалительной инфильтрации окружающих тканей. В первые два дня приема препарата выраженного эффекта не отмечалось.

В ходе исследования для оценки динамики лечения и выявления побочных эффектов комплексной терапии проводили повторный общий клинический осмотр животных, уделяя особое внимание зоне патологического процесса с целью определения размера опухоли, наличия очагов некроза тканей, отека, боли (зуда).

Данные о динамике комплексной терапии саркомы мягких тканей представлены в таблице 2.

В первой группе 10 собак с саркомой мягких тканей неопределенного фенотипа в области головы размером до 2 см и отсутствием отдаленного

Таблица 2. Динамика изменения клинической картины при лечении сарком мягких тканей без определения фенотипа в области головы

Table 2. Dynamics of changes in the clinical picture during the treatment of soft tissue sarcomas without determining the phenotype in the head area

| Показатель                              | 1-я группа                 | 2-я группа                                             | 3-я группа                                             | Контроль                                               |
|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1                                       | 2                          | 3                                                      | 4                                                      | 5                                                      |
| Через 21 день от начала терапии, n = 40 |                            |                                                        |                                                        |                                                        |
| Эритема                                 | В виде «ободка» вокруг н/о | Слабая гиперемия на участках эксфолиации               | Гиперемия опухолевого очага                            | Слабая гиперемия на участках эксфолиации               |
| Отек                                    | –                          | Умеренный                                              | Выраженный, наличие гнойного отделяемого               | Умеренный                                              |
| Размер                                  | До 2 см                    | 2–5 см                                                 | Более 5 см                                             | До 5 см                                                |
| Некроз тканей                           | –                          | –                                                      | Очаговое поражение                                     | –                                                      |
| Боль (зуд)                              | –                          | Боль при пальпации, эксфолиации                        | Выраженная боль, глубокие эксфолиации                  | Боль при пальпации, эксфолиации                        |
| Побочные эффекты                        |                            |                                                        |                                                        |                                                        |
| Рвота                                   | –                          | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 2/10 собак | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 3/10 собак | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 4/10 собак |
| Диарея                                  | –                          | –                                                      | –                                                      | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 3/10 собак |
| Нейтропения                             | –                          | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 1/10 собак | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 2/10 собак | На 4-й день после введения «Карбоплатина» у 1/10 собак |

Продолжение таблицы 2. на стр 18

<sup>2</sup> <https://studfile.net/preview/16712870/page:22/>

<sup>3</sup> <https://statanaliz.info/statistica/proverka-gipotez/raspredelenie-t-kriteriya-styudenta-dlya-proverki-gipotezy-i-rascheta-doveritelnogo-intervalov-v-ms-excel/>

<sup>4</sup> <https://medstatistic.ru/methods/methods2.html>

Таблица 2 (продолжение) начало на стр. 17

| 1                                        | 2                                                      | 3                                                      | 4                                                     | 5                                                     |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Через 42 дня от начала терапии, n = 35   |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Эритема                                  | В виде «ободка» вокруг н/о                             | Слабая гиперемия в области эксориации                  | Гиперемия опухолевого очага                           | Слабая гиперемия в области эксориации                 |
| Отек                                     | –                                                      | Умеренный                                              | Выраженный, наличие гнойного отделяемого              | Умеренный                                             |
| Размер                                   | До 2 см                                                | 2–5 см                                                 | Более 5 см                                            | До 5 см                                               |
| Некроз тканей                            | –                                                      | –                                                      | Очаги                                                 | –                                                     |
| Боль (зуд)                               | –                                                      | Боль при пальпации, эксориации                         | Выраженная боль, глубокие эксориации                  | Боль при пальпации, эксориации                        |
| Побочные эффекты                         |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Рвота                                    | На 4-й день после введения «Карбоплатина» у 1/10 собак | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 2/9 собак  | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 3/7 собак | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 4/9 собак |
| Диарея                                   |                                                        |                                                        |                                                       | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 3/9 собак |
| Нейтропения                              |                                                        | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 1/9 собак  | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 2/7 собак | На 4-й день после введения «Карбоплатина» у 1/9 собак |
| Через 90 дней от начала терапии, n = 29  |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Эритема                                  | –                                                      | Слабая гиперемия в области эксориации                  | Выраженная гиперемия опухолевого очага                | Усиление гиперемии в участках эксориации              |
| Отек                                     | –                                                      | Умеренный                                              | Менее выраженный                                      | Умеренный                                             |
| Размер                                   | До 2 см                                                | 2–5 см                                                 | Более 5 см                                            | До 5 см                                               |
| Некроз тканей                            | –                                                      | –                                                      | Очаги, новые отсутствуют                              | У 1/6 собаки новообразование частично некротизируется |
| Боль (зуд)                               | –                                                      | Эксориации в стадии регенерации                        | Выраженная боль, эксориации                           | Боль при пальпации усилился, зуд до эксориаций        |
| Побочные эффекты                         |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Рвота                                    | –                                                      | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 1/7 собаки | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 2/7 собак | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 4/6 собак |
| Диарея                                   | –                                                      | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 2/7 собак  |                                                       | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 3/6 собак |
| Нейтропения                              | На 4-й день после введения химиотерапии у 1/9 собак    | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 1/7 собак  | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 1/7 собак | На 4-й день после введения «Карбоплатина» у 2/6 собак |
| Через 180 дней от начала терапии, n = 25 |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Эритема                                  | –                                                      | –                                                      | Умеренная гиперемия новообразования                   | Сильная гиперемия новообразования                     |
| Отек                                     | –                                                      | –                                                      | Умеренный                                             | Умеренный                                             |
| Размер                                   | До 2 см                                                | 2–5 см                                                 | Более 5 см                                            | До 5 см                                               |
| Некроз тканей                            | –                                                      | –                                                      | –                                                     | Частичная некротизация новообразования у 2/4 собак    |
| Боль (зуд)                               | –                                                      | –                                                      | Умеренная боль при пальпации                          | Умеренная боль, выраженный зуд, эксориации            |
| Побочные эффекты                         |                                                        |                                                        |                                                       |                                                       |
| Рвота                                    | –                                                      | –                                                      | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 2 собак   | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 4 собак   |
| Диарея                                   | –                                                      | На 3-й день после введения «Карбоплатина» у 1 собаки   |                                                       |                                                       |
| Нейтропения                              | На 4-й день после введения «Карбоплатина» у 1/9 собак  | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 2/7 собак  | На 5-й день после введения «Карбоплатина» у 1/5 собак | На 4-й день после введения химиотерапии у 3/4 собак   |

метастазирования проходили политерапию, включающую в себя применение «Фирококсиба» в дозировке 5 мг/кг, «Карбоплатина» — от 250 до 300 мг/м<sup>2</sup>. У 9 из 10 собак наблюдались частичное уменьшение болевого синдрома и улучшение

качества жизни, что позволило увеличить медиану выживаемости до 426 дней от момента постановки окончательного диагноза (рис. 1).

Однако у одной собаки отмечались выраженная прогрессия роста опухоли с ухудшением общего

состояния и прогрессирование стадии онкологического процесса из-за появления метастазов, что являлось основанием для проведения гуманной эвтаназии на 59-й день исследования.

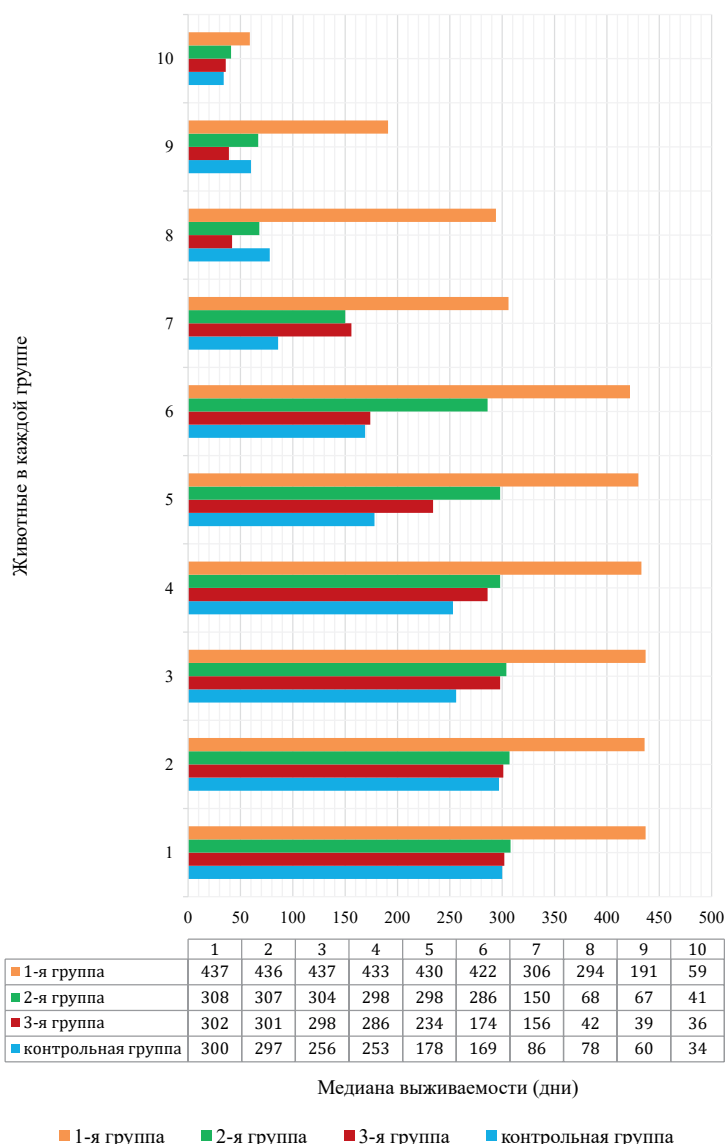
Во второй группе животных с окончательным диагнозом «саркома мягких тканей в области головы размером от 2 до 5 см» и отсутствием отдаленного метастазирования была проведена политерапия, включающая применение «Фирококсиба» в дозировке 10 мг/кг, «Карбоплатина» — от 250 до 300 мг/м<sup>2</sup>, а также симптоматическую терапию, направленную на коррекцию нейтропении. У 7 из 10 собак наблюдались значительное уменьшение болевого синдрома и улучшение качества жизни, а также снижение роста и прогрессирования злокачественного процесса, что позволило увеличить медиану выживаемости до 292 дней от момента постановки окончательного диагноза. У 3 собак в группе наблюдались прогрессирование онкологического процесса и выявление метастазов. Несмотря на то что применение «Фирококсиба» и «Карбоплатина» привело к улучшению качества жизни в начале терапии, через 52–68 дней новообразования увеличились в размерах больше чем в 2 раза, эффективность применения протокола политерапии значительно снизилась, а качество жизни резко ухудшилось, что явилось основанием для гуманной эвтаназии.

В третьей группе собак размер сарком мягких тканей в области головы составлял более 5 см, отдаленные метастазы на момент назначения лечения выявлены не были. Комплексная терапия включала применение «Фирококсиба» в дозировке 15 мг/кг, «Карбоплатина» — от 250 до 300 мг/м<sup>2</sup> в зависимости от показателей крови и витальных показателей, а также симптоматическую терапию. В ходе лечения у 9 из 10 собак не наблюдалось роста новообразования, отмечалось уменьшение объема новообразования за счет снижения воспаления: у 7 животных объем новообразования уменьшился значительно, у 2 — в меньшей степени. Медиана выживаемости в группе составила 204 дня. У 1 из 10 собак наблюдались рост новообразования с дальнейшей некротизацией тканей опухолевого очага, прогрессирование онкологического процесса за счет выявления метастазов, ухудшение общего состояния, из-за чего была рекомендована гуманная эвтаназия.

В четвертой группе (контрольной) в качестве лечения у 10 собак применяли «Карбоплатин» в монорежиме в дозировке от 250 до 300 мг/м<sup>2</sup>

**Рис. 1.** Медиана выживаемости собак, больных саркомой мягких тканей, без определения фенотипа в группах исследования

**Fig. 1.** Median survival of dogs with soft tissue sarcoma without phenotype determination in the study groups



в зависимости от показателей крови и витальных показателей. Медиана выживаемости в данной группе составила 173,5 дня, что значительно меньше по сравнению с группами, в которых проводили комбинированное лечение с применением «Фирококсиба» в разных дозировках.

Для оценки общего состояния собак, а также своевременного выявления гематологических нарушений на фоне проведения химиотерапии всем животным проводили гематологическое исследование крови — общий клинический и биохимический анализ. Грубых отклонений при анализе полученных результатов выявлено не было, однако у некоторых пациентов отмечали умеренную нейтропению, что является известным побочным эффектом при применении цитостатических препаратов [25, 26].

В ходе анализа изменений клинического анализа крови в динамике при проведении поли- и монотерапии установили развитие нейтропении

в первой группе у одного животного на 42-й день наблюдения (10,0% случаев от общего количества животных в группе на момент исследования), которая наблюдалась на 90-й и 180-й дни (по 11,1% случаев), однако статистически значимых отклонений по группе выявлено не было.

Во второй группе нейтропению наблюдали у одного животного на 21-й день (10,0% случаев), а также на 42-й (11,1% случаев) и 90-й (14,3% случаев) дни; на 180-й день исследования лейкопении и нейтропении были выявлены у двух животных в группе, что составило 28,6% случаев.

В третьей группе исследуемых собак на 21-й и 42-й дни отмечали нейтропению у 2 животных, что составило 20,0% и 28,6% случаев, соответственно, от количества животных в группе на момент проведения клинического анализа крови; на 90-й и 180-й дни нейтропению наблюдали у 1 собаки, что соответствовало 14,3% и 20,0% случаев.

В четвертой группе собак нейтропению выявляли на 21-й и 42-й дни исследования у одной собаки (10,0% и 11,1% случаев соответственно), на 90-й день — у 2 животных (33,3% случаев), на 180-й день — лейкопению и нейтропению у 3 собак (75,0% случаев).

Динамика изменения гематологических показателей клинического анализа крови животных при проведении исследования представлена в таблице 3.

Стоит отметить хорошую переносимость «Фирококсиба» животными при длительном (более 12 мес.) проведении политерапии. При проведении исследования в группах с применением «Фирококсиба» и «Карбоплатина» наблюдали меньшую выраженность побочных эффектов препаратов в виде рвоты и диареи по сравнению с группой, в которой проводили лечение сарком мягких тканей в области головы «Карбоплатином» в монорежиме.

**Таблица 3. Основные средние показатели крови в течение терапии собак, больных саркомой мягких тканей, без определения фенотипа**

**Table 3. The main average blood values during therapy in dogs with soft tissue sarcoma, without determining the phenotype**

| День сдачи клинического анализа крови относительно начала лечения           | Лейкоциты, тыс/мкл | Лимфоциты, тыс/мкл | Моноциты, тыс/мкл | Нейтрофилы, тыс/мкл | Эозинофилы, тыс/мкл | Базофилы, тыс/мкл | Эритроциты, млн/мкл | Гемоглобин, г/л | Гематокрит, % | Тромбоциты, тыс/мкл |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|---------------------|
|                                                                             | M±m                | M±m                | M±m               | M±m                 | M±m                 | M±m               | M±m                 | M±m             | M±m           | M±m                 |
| <b>1-я группа («Фирококсиб» 5 мг/кг/сут ± «Карбоплатин» 250–300 мг/м²)</b>  |                    |                    |                   |                     |                     |                   |                     |                 |               |                     |
| До химиотерапии                                                             | 12,1±8,1           | 1,3±0,6            | 0,7±0,7           | 10,4±7,2            | 0,1±0,1             | 0,04±0,04         | 6,5±0,8             | 152,6±23,4      | 45,6±5,5      | 405±219,1           |
| 21-й день                                                                   | 11,1±3,7           | 1,2±0,7            | 0,7±0,9           | 9,0±3,3             | 0,1±0,1             | 0,04±0,04         | 6,4±1,2             | 151,1±26,2      | 45,9±5,5      | 427,8±174,8         |
| 42-й день                                                                   | 11,4±8,6           | 1,0±0,8            | 0,5±0,9           | 10,8±8,5            | 0,1±0,1             | 0,04±0,04         | 6,5±1,5             | 152,1±24,2      | 46,0±4,9      | 404,5±161,3         |
| 90-й день                                                                   | 10,4±4,3           | 1,3±1,1            | 0,4±0,4           | 8,7±4,2             | 0,1±0,1             | 0,02±0,04         | 6,9±2,3             | 120,7±30,8**    | 38,3±7,2**    | 352,7±150,7         |
| 180-й день                                                                  | 10,2±4,4           | 1,3±1,1            | 0,6±0,3           | 8,0±3,9             | 0,1±0,1             | 0,01±0,03         | 7,7±1,6             | 140,6±13,9      | 43,5±6,1      | 489,3±160,3         |
| <b>2-я группа («Фирококсиб» 10 мг/кг/сут ± «Карбоплатин» 250–300 мг/м²)</b> |                    |                    |                   |                     |                     |                   |                     |                 |               |                     |
| До химиотерапии                                                             | 16,1±14,7          | 2,9±4,1            | 1,0±0,9           | 12,3±10,0           | 0,1±0,1             | 0,02±0,02         | 7,2±1,9             | 129,5±28,2      | 40,9±8,8      | 452,4±310,8         |
| 21-й день                                                                   | 10,7±4,4           | 1,7±1,0            | 0,7±0,2           | 9,1±3,7             | 0,1±0,1             | 0,02±0,02         | 8,1±1,9             | 144,1±35,7      | 40,1±9,2      | 362,9±251,5         |
| 42-й день                                                                   | 10,4±4,6           | 1,7±1,0            | 0,6±0,3           | 7,9±4,5             | 0,1±0,1             | 0,02±0,02         | 7,8±1,7             | 135,0±18,0      | 42,3±6,2      | 385,2±256,8         |
| 90-й день                                                                   | 10,8±4,9           | 0,9±0,7            | 0,6±0,3           | 8,7±4,0             | 0,1±0,1             | 0,02±0,02         | 7,6±0,7             | 134,1±27,2      | 40,0±6,9      | 468,1±249,0         |
| 180-й день                                                                  | 4,8±2,9*           | 1,3±1,2            | 0,3±0,3           | 2,5±1,2**           | 0,04±0,1            | 0,05±0,1          | 7,6±2,3             | 143,6±57,2*     | 38,9±9,3      | 265,3±179,6         |
| <b>3-я группа («Фирококсиб» 15 мг/кг/сут ± «Карбоплатин» 250–300 мг/м²)</b> |                    |                    |                   |                     |                     |                   |                     |                 |               |                     |
| До химиотерапии                                                             | 10,7±4,1           | 1,2±0,3            | 0,6±0,3           | 9,7±3,5             | 0,1±0,1             | 0,01±0,01         | 7,9±0,7             | 110,3±13,2      | 32,5±3,1      | 318,1±244,6         |
| 21-й день                                                                   | 8,2±5,2            | 0,9±0,6            | 0,3±0,2*          | 6,5±4,8             | 0,2±0,3             | 0,4±1,0           | 7,6±1,4             | 132,8±33,9      | 33,3±4,7      | 325,0±233,4         |
| 42-й день                                                                   | 8,2±6,0            | 1,4±1,2            | 0,3±0,2**         | 5,9±5,1**           | 0,3±0,4             | 0,4±1,1           | 8,5±1,4             | 132,0±34,8      | 37,0±8,0      | 301,6±105,5         |
| 90-й день                                                                   | 9,9±6,0            | 1,5±1,1            | 0,4±0,4**         | 7,8±5,7             | 0,1±0,1             | 0,02±0,03         | 7,6±1,7             | 119,7±24,7      | 35,1±4,1      | 401,3±196,7         |
| 180-й день                                                                  | 8,4±4,4**          | 1,1±0,8*           | 0,2±0,2**         | 7,0±3,7**           | 0,04±0,1            | 0,03±0,05         | 7,5±1,9             | 145,4±48,2      | 36,0±9,4      | 473,6±138,8         |
| <b>4-я группа («Карбоплатин» 250–300 мг/м²)</b>                             |                    |                    |                   |                     |                     |                   |                     |                 |               |                     |
| До химиотерапии                                                             | 7,2±5,1            | 1,6±0,5            | 0,3±0,2           | 5,1±4,9             | 0,2±0,2             | 0,01±0,01         | 9,2±1,9             | 133,8±28,8      | 41,3±8,1      | 386,9±160,7         |
| 21-й день                                                                   | 9,4±5,7            | 1,0±1,0*           | 0,3±0,5           | 8,7±5,4             | 0,2±0,2             | 0,01±0,01         | 9,3±2,4             | 125,5±44,8      | 41,1±7,9      | 394,2±162,4         |
| 42-й день                                                                   | 10,4±5,1           | 1,7±0,9            | 0,5±0,4           | 8,1±5,0             | 0,1±0,1             | 0,01±0,02         | 8,7±2,2             | 131,9±26,1      | 40,3±8,2      | 364,6±184,0         |
| 90-й день                                                                   | 7,5±4,9            | 1,3±0,8*           | 0,2±0,2           | 5,9±4,1             | 0,1±0,1             | 0,04±0,04         | 7,9±2,5**           | 143,3±14,7      | 45,0±4,2      | 421,0±173,5         |
| 180-й день                                                                  | 1,6±0,8**          | 0,4±0,4*           | –                 | 1,1±0,4**           | 0,1±0,1*            | 0,02±0,03         | 10,4±0,2            | 148,3±12,1*     | 48,0±5,9*     | 436,8±172,6*        |

Примечание: Статистически значимая разница в сравнении с показателями группы до начала лечения: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

При применении «Фирококсима» в исследовании во всех трех группах при повышении дозировки 15 мг/кг/сут было обнаружено повышение эффективности проводимой терапии по сравнению с контрольной группой: снижение объема воспаления, болевого синдрома; выраженный и быстрый рост новообразований не наблюдался.

### Выводы/Conclusions

Сочетание «Фирококсима» (ингибитора ЦОГ-2) с алкилирующим антинеопластическим препаратом «Карбоплатин» повышает противоопухолевую активность по сравнению с контрольной группой, в которой применяли только алкилирующий антинеопластический препарат «Карбоплатин» в монорежиме.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

В исследовании продемонстрирована эффективность применения «Фирококсима» в комбинированной терапии сарком мягких тканей в области головы у собак, которая проявлялась в улучшении качества жизни, а также увеличении продолжительности жизни по сравнению с контрольной группой, подтвержденным данными медианы выживаемости (контрольная группа — 173,5 дня; 1-я группа — 426 дней; 2-я группа — 292 дня; 3-я группа — 204 дня).

Более низкие медианы выживаемости во 2-й и 3-й группах исследования по сравнению с 1-й группой обусловлены особенностями течения заболевания и размерами очага, что учитывалось при формировании групп.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозовская Е.А., Силкин И.И. Пародонтомы собак и кошек на примере города Иркутска. *Наука и образование: опыт, проблемы развития. Материалы Международной научно-практической конференции.* Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. 2020; 2: 332–335. <https://www.elibrary.ru/ewgfgx>
2. Харьянова А.С., Дашко Д.В. Распространенность онкологических заболеваний у собак и кошек г. Иркутска. *Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики. Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции.* Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2021: 213–216. <https://www.elibrary.ru/vuenam>
3. Kamstock D.A., Russell D.S., Powers B.E. The Pathology of Neoplasia. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 61–81.
4. Gustafson D.L., Bailey D.B. Cancer Chemotherapy. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 182–205.
5. Liptak J.M., Christensen N.I. Soft Tissue Sarcomas. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 404–431.
6. Меликова Ю.Н., Чечнева А.В., Верницкая Л.А. Цитоархитектоника и морфофункциональные показатели дермальных мастоцитом в области головы у собак. *Аграрная наука.* 2025; (1): 50–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-50-56>
7. Кулинский В.И. Биохимические аспекты воспаления (обзор). *Биохимия.* 2007; 72(6): 733–746. <https://www.elibrary.ru/iaouov>
8. Sequeira I., Pires M.d.A., Leitão J., Henriques J., Viegas C., Requicha J. Feline Oral Squamous Cell Carcinoma: A Critical Review of Etiologic Factors. *Veterinary Sciences.* 2022; 9(10): 558. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100558>
9. Kai F., Laklai H., Weaver V.M. Force Matters: Biomechanical Regulation of Cell Invasion and Migration in Disease. *Trends in Cell Biology.* 2016; 26(7): 486–497. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2016.03.007>
10. Cui J., Jia J. Natural COX-2 Inhibitors as Promising Anti-inflammatory Agents: An Update. *Current Medicinal Chemistry.* 2021; 28(18): 3622–3646. <https://doi.org/10.2174/0929867327999200917150939>
11. Aliabadi A., Khanniri E., Mahboubi-Rabbani M., Bayanati M. Dual COX-2/15-LOX inhibitors: A new avenue in the prevention of cancer. *European Journal of Medicinal Chemistry.* 2023; 261: 115866. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2023.115866>
12. Rodrigues P. et al. COX 2-inhibitors; a thorough and updated survey into combinational therapies in cancers. *Medical Oncology.* 2024; 41: 41. <https://doi.org/10.1007/s12032-023-02256-7>
13. Gedon J., Kessler M., Schmidt J.M. Frontal sinus carcinoma in forty-one dogs (2001–2022). *Veterinary and Comparative Oncology.* 2023; 21(2): 231–239. <https://doi.org/10.1111/vco.12880>

### REFERENCES

1. Lozovskaya E.A., Silkin I.I. Periodontoms of dogs and cats on the example of the City of Irkutsk. *Science and education: experience, problems of development. Proceedings of the International scientific and practical conference.* Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University. 2020; 2: 332–335 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ewgfgx>
2. Kharyanova A.S., Dashko D.V. The prevalence of oncological diseases in dogs and cats of Irkutsk. *Actual Problems of Veterinary Science and Practice. Collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference.* Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2021: 213–216 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vuenam>
3. Kamstock D.A., Russell D.S., Powers B.E. The Pathology of Neoplasia. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 61–81.
4. Gustafson D.L., Bailey D.B. Cancer Chemotherapy. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 182–205.
5. Liptak J.M., Christensen N.I. Soft Tissue Sarcomas. Vail D.M., Thamm D.H., Liptak J.M. (eds.). *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th Edition. Elsevier. 2019; 404–431.
6. Melikova Yu.N., Chechneva A.V., Vernitskaya L.A. Cytoarchitectonics and morphofunctional parameters of dermal mastocytomas in the area of the facial skeleton in dogs. *Agrarian science.* 2025; (1): 50–56 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-50-56>
7. Kulinsky V.I. Biochemical aspects of inflammation. *Biochemistry (Moscow).* 2007; 72(6): 595–607. <https://doi.org/10.1134/S0006297907060028>
8. Sequeira I., Pires M.d.A., Leitão J., Henriques J., Viegas C., Requicha J. Feline Oral Squamous Cell Carcinoma: A Critical Review of Etiologic Factors. *Veterinary Sciences.* 2022; 9(10): 558. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100558>
9. Kai F., Laklai H., Weaver V.M. Force Matters: Biomechanical Regulation of Cell Invasion and Migration in Disease. *Trends in Cell Biology.* 2016; 26(7): 486–497. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2016.03.007>
10. Cui J., Jia J. Natural COX-2 Inhibitors as Promising Anti-inflammatory Agents: An Update. *Current Medicinal Chemistry.* 2021; 28(18): 3622–3646. <https://doi.org/10.2174/0929867327999200917150939>
11. Aliabadi A., Khanniri E., Mahboubi-Rabbani M., Bayanati M. Dual COX-2/15-LOX inhibitors: A new avenue in the prevention of cancer. *European Journal of Medicinal Chemistry.* 2023; 261: 115866. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2023.115866>
12. Rodrigues P. et al. COX 2-inhibitors; a thorough and updated survey into combinational therapies in cancers. *Medical Oncology.* 2024; 41: 41. <https://doi.org/10.1007/s12032-023-02256-7>
13. Gedon J., Kessler M., Schmidt J.M. Frontal sinus carcinoma in forty-one dogs (2001–2022). *Veterinary and Comparative Oncology.* 2023; 21(2): 231–239. <https://doi.org/10.1111/vco.12880>

14. Alonso-Miguel D. *et al.* Clinical outcome of dogs diagnosed with canine inflammatory mammary cancer treated with metronomic cyclophosphamide, a cyclooxygenase-2 inhibitor and toceranib phosphate. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2022; 20(1): 179–188. <https://doi.org/10.1111/vco.12760>
15. Mahboubi-Rabbani M., Abdolghaffari A.H., Ghesmati M., Amini A., Zarghi A. Selective COX-2 inhibitors as anticancer agents: a patent review (2018–2023). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*. 2024; 34(9): 733–757. <https://doi.org/10.1080/13543776.2024.2373771>
16. Doré M. Cyclooxygenase-2 expression in animal cancers. *Veterinary pathology*. 2011; 48(1): 254–265. <https://doi.org/10.1177/0300985810379434>
17. Ching Lee C., Yang Soon Y., Nang Leong C., Yao Koh W., Tey J. Impact of programmed death-ligand 1 expression on the patients of stage IV non-small cell lung cancer harboring epidermal growth factor receptor mutation: a systematic review and meta-analysis. *Acta Oncologica*. 2020; 59(12): 1430–1437. <https://doi.org/10.1080/0284186X.2020.1807600>
18. Maekawa N. *et al.* Exploration of serum biomarkers in dogs with malignant melanoma receiving anti-PD-L1 therapy and potential of COX-2 inhibition for combination therapy. *Scientific Reports*. 2022; 12: 9265. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13484-8>
19. Brandi A. *et al.* Firocoxib as a Potential Neoadjuvant Treatment in Canine Patients with Triple-Negative Mammary Gland Tumors. *Animals*. 2023; 13(1): 60. <https://doi.org/10.3390/ani13010060>
20. Fuertes-Recuero M. *et al.* Pancreatic adenocarcinoma treated with surgical resection, toceranib phosphate and firocoxib in a dog: a case report. *Veterinary Research Communications*. 2024; 48(3): 1921–1927. <https://doi.org/10.1007/s11259-024-10349-5>
21. Osada H. *et al.* Toceranib phosphate and firocoxib-mediated partial response in a dog with advanced intranasal sarcoma. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2023; 85(9): 1004–1009. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0542>
22. Beaudu-Lange C., Lange E. Intensive Multimodal Chemotherapy in a Dog Suffering from Grade III / Stage IV Solid Mammary Carcinoma. *Animals*. 2024; 14(17): 2618. <https://doi.org/10.3390/ani14172618>
23. Knapp D.W. *et al.* Randomized trial of cisplatin versus firocoxib versus cisplatin/firocoxib in dogs with transitional cell carcinoma of the urinary bladder. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2013; 27(1): 126–133. <https://doi.org/10.1111/jvim.12013>
24. Cancedda S. *et al.* Combination of radiation therapy and firocoxib for the treatment of canine nasal carcinoma. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2015; 56(3): 335–343. <https://doi.org/10.1111/vru.12246>
25. Fan V., Delport-Reynolds T., MacDonald-Dickinson V., Matsuyama A. Retrospective analysis of carboplatin-induced cumulative neutropenia in cancer-bearing dogs. *Veterinary and comparative oncology. Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2024; 262(11): 1–7. <https://doi.org/10.2460/javma.24.02.0109>
26. Pritchard C., Al-Nadaf S., Rebhun R.B., Willcox J.L., Skorupski K.A., Lejeune A. Efficacy and toxicity of carboplatin in the treatment of macroscopic mesenchymal neoplasia in dogs. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2023; 21(4): 717–725. <https://doi.org/10.1111/vco.12936>
14. Alonso-Miguel D. *et al.* Clinical outcome of dogs diagnosed with canine inflammatory mammary cancer treated with metronomic cyclophosphamide, a cyclooxygenase-2 inhibitor and toceranib phosphate. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2022; 20(1): 179–188. <https://doi.org/10.1111/vco.12760>
15. Mahboubi-Rabbani M., Abdolghaffari A.H., Ghesmati M., Amini A., Zarghi A. Selective COX-2 inhibitors as anticancer agents: a patent review (2018–2023). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*. 2024; 34(9): 733–757. <https://doi.org/10.1080/13543776.2024.2373771>
16. Doré M. Cyclooxygenase-2 expression in animal cancers. *Veterinary pathology*. 2011; 48(1): 254–265. <https://doi.org/10.1177/0300985810379434>
17. Ching Lee C., Yang Soon Y., Nang Leong C., Yao Koh W., Tey J. Impact of programmed death-ligand 1 expression on the patients of stage IV non-small cell lung cancer harboring epidermal growth factor receptor mutation: a systematic review and meta-analysis. *Acta Oncologica*. 2020; 59(12): 1430–1437. <https://doi.org/10.1080/0284186X.2020.1807600>
18. Maekawa N. *et al.* Exploration of serum biomarkers in dogs with malignant melanoma receiving anti-PD-L1 therapy and potential of COX-2 inhibition for combination therapy. *Scientific Reports*. 2022; 12: 9265. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13484-8>
19. Brandi A. *et al.* Firocoxib as a Potential Neoadjuvant Treatment in Canine Patients with Triple-Negative Mammary Gland Tumors. *Animals*. 2023; 13(1): 60. <https://doi.org/10.3390/ani13010060>
20. Fuertes-Recuero M. *et al.* Pancreatic adenocarcinoma treated with surgical resection, toceranib phosphate and firocoxib in a dog: a case report. *Veterinary Research Communications*. 2024; 48(3): 1921–1927. <https://doi.org/10.1007/s11259-024-10349-5>
21. Osada H. *et al.* Toceranib phosphate and firocoxib-mediated partial response in a dog with advanced intranasal sarcoma. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2023; 85(9): 1004–1009. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0542>
22. Beaudu-Lange C., Lange E. Intensive Multimodal Chemotherapy in a Dog Suffering from Grade III / Stage IV Solid Mammary Carcinoma. *Animals*. 2024; 14(17): 2618. <https://doi.org/10.3390/ani14172618>
23. Knapp D.W. *et al.* Randomized trial of cisplatin versus firocoxib versus cisplatin/firocoxib in dogs with transitional cell carcinoma of the urinary bladder. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2013; 27(1): 126–133. <https://doi.org/10.1111/jvim.12013>
24. Cancedda S. *et al.* Combination of radiation therapy and firocoxib for the treatment of canine nasal carcinoma. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2015; 56(3): 335–343. <https://doi.org/10.1111/vru.12246>
25. Fan V., Delport-Reynolds T., MacDonald-Dickinson V., Matsuyama A. Retrospective analysis of carboplatin-induced cumulative neutropenia in cancer-bearing dogs. *Veterinary and comparative oncology. Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2024; 262(11): 1–7. <https://doi.org/10.2460/javma.24.02.0109>
26. Pritchard C., Al-Nadaf S., Rebhun R.B., Willcox J.L., Skorupski K.A., Lejeune A. Efficacy and toxicity of carboplatin in the treatment of macroscopic mesenchymal neoplasia in dogs. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2023; 21(4): 717–725. <https://doi.org/10.1111/vco.12936>

## ОБ АВТОРАХ

### Юлия Николаевна Меликова

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных  
melikovayn@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9322-1464>

### Анастасия Вячеславовна Чечнева

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных  
chechnevaav@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-4723-1423>

### Дарья Александровна Вильмис

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных  
vilmisda@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-0921-627X>

### Ульяна Андреевна Малюкова

студент  
u.malukova@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-5198-0785>

Российский биотехнологический университет (Росбиотех), Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Julia Nikolaevna Melikova

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Diseases of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals  
melikovayn@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9322-1464>

### Anastasia Vyacheslavovna Chechneva

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Diseases of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals  
chechnevaav@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-4723-1423>

### Darya Aleksandrovna Vilms

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Diseases of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals  
vilmisda@mgupp.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-0921-627X>

### Ulyana Andreevna Malyukova

Student  
u.malukova@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-5198-0785>

Russian Biotechnological University (Rosbiotech), 11 Volokolamskoye highway, Moscow, 125080, Russia

УДК: 619:636.7:618.14.-002.3:616-089

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-23-28

Е.К. Салагаева ✉

Г.П. Дюльгер

Российский государственный  
аграрный университет — Московская  
сельскохозяйственная академия  
им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ e.salagaeva@rgaumcsxa.ru

Поступила в редакцию: 24.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-23-28

Elizaveta K. Salagaeva ✉

George P. Dyulger

Russian State Agrarian University —  
Moscow Timiryazev Agricultural  
Academy, Moscow, Russia

✉ e.salagaeva@rgaumcsxa.ru

Received by the editorial office: 24.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Salagaeva E.K., Dyulger G.P.

# Медикаментозная терапия открытой формы пиометры у собак: сравнительная оценка эффективности применения «Эстрофантина» в виде монотерапии и в комбинации с «Ализином»

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Пиометра — распространенная и потенциально опасная для жизни и здоровья собак патология матки. Основным методом лечения пиометры у собак признана пановариогистерэктомия с системной антибиотикотерапией. Органосохранный подход у молодых и ценных в племенном отношении животных обеспечивается при медикаментозном лечении сук с неосложненной формой заболевания.

**Методы.** Исследование проведено на собаках с открытой формой пиометры, разделенных на две сопоставимые группы согласно схеме медикаментозной терапии: I группу составили больные собаки (n = 6), которым применялся «Эстрофантин®» (д. в. клопростенол), II группу — больные собаки (n = 6), получавшие наряду с «Эстрофантином» антигестагенный препарат «Ализин®» (д. в. аглепристон). В обеих группах применялась системная антибиотикотерапия. Диагноз на пиометру ставили совокупно, исходя из данных анамнеза, клинико-гинекологического осмотра, трансабдоминального ультразвукового исследования (УЗИ) внутренних половых органов, ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) сосудов матки и результатов клинического и биохимического анализа крови.

**Результаты.** При комплексном клинико-эхографическом обследовании подопытных собак на 21–28-е сутки опыта полная ремиссия симптомов пиометры в группе комбинированной терапии составила 100% (против 66,67% в группе монотерапии «Эстрофантином»). Восстановление половой цикличности отмечено в группе комбинированной простагландин-антигестагенной терапии (II группа) выше на 33,3% (83,3% против 50,0%), чем при монотерапии «Эстрофантином» (I группа). Рецидивирование пиометры зафиксировали в I группе только у одной собаки (16,67%), тогда как во II группе частота рецидива пиометры была в 2 раза выше и составила 33,33%.

**Ключевые слова:** собаки, пиометра, медикаментозное лечение, клопростенол, аглепристон

**Для цитирования:** Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П. Медикаментозная терапия открытой формы пиометры у собак: сравнительная оценка эффективности применения «Эстрофантина» в виде монотерапии и в комбинации с «Ализином». *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 23–28.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-23-28>

## Drug therapy of the open pyometra in dogs: a comparative assessment of the effectiveness of “Estrophanthin” in monotherapy and in combination with “Alizine”

### ABSTRACT

**Relevance.** Pyometra is a common and potentially life-threatening pathology of the uterus in dogs. Panovariogysterectomy with systemic antibiotic therapy is recognized as the main method of treating pyometra in dogs. An organ-preserving approach in young and valuable breeding animals is provided by the drug treatment of bitches with an uncomplicated form of the disease.

**Methods.** The study was conducted on dogs with an open pyometra, divided into 2 comparable groups according to the scheme of drug therapy: I group consisted of sick dogs (n = 6) who received “Estrophanthin®” (a. s. cloprostenol), II group — sick dogs (n = 6) who received the antigestagenic drug “Estrophanthin®” along with “Alizine®” (a. s. aglepriston). Systemic antibiotic therapy was also used in both groups. The diagnosis on the pyometra was made collectively, based on the data of anamnesis, clinical and gynecological examination, transabdominal ultrasound (ultrasound) of the internal genitalia, ultrasound Dopplerography (ultrasound) of the uterine vessels and the results of clinical and biochemical blood tests.

**Results.** During a comprehensive clinical and echographic examination of experimental dogs on days 21–28 of the experiment, complete remission of pyometra symptoms in the combination therapy group was 100% (versus 66.67% in the “Estrophanthin” monotherapy group). Recovery of sexual cyclicity was noted in the group of combined prostaglandin-antigestogen therapy (II group) by 33.3% higher (83.3% versus 50.0%) than with Estrophanthine monotherapy (I group). Pyometra recurrence was recorded in I group in only one dog (16.67%), whereas in II group the frequency of pyometra recurrence was twice as high and amounted to 33.33%.

**Key words:** dogs, pyometra, drug treatment, cloprostenol, aglepriston

**For citation:** Salagaeva E.K., Dyulger G.P. Drug therapy of the open pyometra in dogs: a comparative assessment of the effectiveness of “Estrophanthin” in monotherapy and in combination with “Alizine”. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 23–28 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-23-28>

## Введение/Introduction

Пиометра — распространенная и потенциально опасная для жизни и здоровья собак патология матки, требующая оказания больным неотложной врачебной помощи [1–5]. Риск ее развития у собак к 10-летнему возрасту составляет примерно 20% [6, 7]. В подавляющем большинстве случаев пиометра развивается у собак в стадию диэструса при контаминации утеральной полости условно-патогенной микрофлорой и снижении локального иммунитета. Морфологически данная патология характеризуется объемным увеличением рогов матки из-за железисто-кистозной гиперплазии эндометрия и скопления в утеральной полости переменного количества гноя и симптомами системного воспаления [1, 3, 8].

Различают две клинические формы заболевания — открытую и закрытую [1, 3]. Открытая форма пиометры встречается значительно чаще (77,78% против 22,22%), чем закрытая клиническая форма болезни [9, 10]. Патологические выделения из половой петли служат кардинальным симптомом открытой формы пиометры. Общими системными клинико-лабораторными проявлениями открытой и закрытой форм пиометры являются плохой аппетит, вялость, полиурия (полидипсия), гипертермия, гипотермия, нейтрофильный лейкоцитоз и моноцитоз. При этом системные проявления воспаления при открытой форме пиометры, как правило, менее выражены, чем при закрытой форме заболевания [9, 11–13].

Пановариогистерэктомия в сочетании с системной антибиотикотерапией признана основным методом лечения пиометры у собак [1, 3, 4, 14]. К медикаментозному лечению прибегают нечасто (в 2,53–4,22% случаев) при неосложненной форме заболевания и необходимости сохранения репродуктивной функции у молодых и ценных в племенном отношении животных [6, 12].

Фармакотерапия заболевания основана на сочетании применении препаратов различных групп, обладающих антимикробной, лютеолитической (каберголин), утеротонической (нативный простагландин  $\Phi_{-2}$  альфа) либо его высокоактивный синтетический аналог — клопростенол) и (или) антипрогестагенной (аглепристон, мифепристон) активностью [1–6]. Она направлена на элиминацию условно-патогенных микроорганизмов, вызвавших воспаление матки, прерывание функции желтого тела и (или) нейтрализацию эффектов ее гормона — прогестерона, что приводит к дилатации цервикального канала, повышению сократительной активности матки и эвакуации гноя из утеральной полости.

Опубликованные в отечественной и зарубежной научной литературе исследования и аналитические материалы об эффективности и безопасности медикаментозных методов терапии собак при неосложненной (открытой) форме пиометры неоднозначны, не всегда сопоставимы и безопасны (требуют дальнейшего изучения) [1–4, 8].

*Цель работы* — провести сравнительную оценку эффективности применения «Эстрофантина» — отечественного препарата высокоактивного синтетического аналога ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>  клопростенола в виде монотерапии и в комбинации с антипрогестагенным препаратом «Аглепристоном» («Ализином») больным собакам при открытой форме пиометры.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проведено на кафедре ветеринарной медицины Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева, а ее практическая часть — в ветеринарной клинике «АлисаВет» (г. Москва) с сентября 2020 г. по май 2024 г. Объекты исследования — самки собак разных пород с открытой формой пиометры в возрасте от 11 мес. до 11 лет.

Диагноз «пиометра» был установлен на основе комплексного анализа, включающего анамнез, клинический и гинекологический осмотры, а также результаты трансабдоминального ультразвукового исследования (УЗИ) внутренних половых органов, ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) сосудов матки (цифровой УЗ-сканер Mindray VetuS 7 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай) и результатов клинического (автоматический гематологический анализатор класса 3-diff Mindray BC-2800 Vet (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай) и биохимического (биохимический анализатор Chem Well 2910V (Awareness Tehnology, США) анализа крови.

После оформления письменного информированного согласия владельцев больные собаки ( $n = 12$ ) были разделены на две группы:

I группу составили больные собаки ( $n = 6$ ), к которым применяли «Эстрофантин®» (ООО «НПК «Асконт+», Россия) (д. в. клопростенол) — отечественный ветеринарный препарат высокоактивного синтетического аналога ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub> , индуцирующий лютеолиз и стимулирующий сократительную деятельность матки. Препарат инъецировали больным собакам ежедневно внутримышечно в следующих дозах: в день начала лечения (день 1-й) — 0,25 мг/кг, на 2-е сутки — 0,3 мг/кг, на 3-и — 0,4 мг/кг живой массы тела. При необходимости (каждой второй больной собаке) для обеспечения полного опорожнения утеральной полости препарат применяли на 5-е (0,5 мг/кг) и 7-е сутки (0,75 мг/кг) соответственно.

II группа — больные собаки ( $n = 6$ ), получавшие наряду с «Эстрофантином» антигестагенный препарат «Ализин®» (VIRBAC, Франция) (д. в. аглепристон). «Ализин» вводили больным собакам подкожно в дозе 10 мг/кг живой массы тела подкожно на 1-е, 2-е, 7-е сутки, а «Эстрофантин» — внутримышечно в дозе 0,75–1,0 мг/кг массы тела на 3-е, 5-е и 7-е сутки соответственно.

Всем собакам с установленным первичным диагнозом «пиометра» назначали этиотропную терапию антибактериальным препаратом

цефалоспоринового ряда III поколения «Панцеф®» (Alkaloid, Македония) (д. в. цефиксим) перорально в течение 7–14 дней в дозе 15 мг/кг с интервалом в 12 часов. В зависимости от общего состояния по мере необходимости проводили поддерживающую инфузионную терапию с антибиотиками (соответствующей группы цефалоспоринового ряда III поколения — цефотаксим).

Критериями эффективности проведенной медикаментозной терапии служили полное купирование клинико-эхографических симптомов пиометры и отсутствие рецидива заболевания в течение 12 мес. Лечение признавали неэффективным при сохранении отдельных симптомов пиометры (персистенция патологических выделений из половой петли и (или) неполная экспульсия гноя из утеральной полости), а также при рецидиве заболевания в отдаленные сроки после проведенного курса терапии.

Исследования были проведены с письменного информированного согласия владельцев животных с соблюдением принципов гуманного отношения к животным<sup>1</sup>.

Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel (США). Статистически значимыми принимали различия при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение /

### Results and discussion

Животные из опытных групп демонстрировали сопоставимую степень тяжести клинического течения заболевания. Средний возраст больных в первой группе составил  $8,72 \pm 1,2$  года, во второй —  $5,89 \pm 0,75$  года.

Среди изменений, выявленных при гинекологическом осмотре, примечательным было установление у 52,4% собак набухания вульвы и гиперемии преддверия слизистой влагалища (рис. 1).

Динамическое ультразвуковое исследование показало уменьшение диаметра просвета утеральной полости (рис. 2) в сравнении с таковым в день обращения (рис. 3).

Основные результаты медикаментозного лечения подопытных собак с неосложненной открытой формой пиометры приведены в таблице 1.

Как видно из данных (табл. 1), клинический эффект от проведенной терапии в группе больных собак, получавших на фоне системной антибиотикотерапии «Эстрофантин» в комбинации с «Ализином», был значительно лучше, чем в группе собак, которым при проведении того же курса противомикробной терапии применяли только простагландиновый препарат «Эстрофантин». При комплексном клинико-эхографическом обследовании собак на 21–28-е сутки опыта полная ремиссия симптомов пиометры в группе

**Рис. 1.** Набухание вульвы у суки с пиометрой, выявленное в ходе гинекологического осмотра

**Fig. 1.** Vulvar swelling in a female dog with pyometra, detected during a gynecological examination



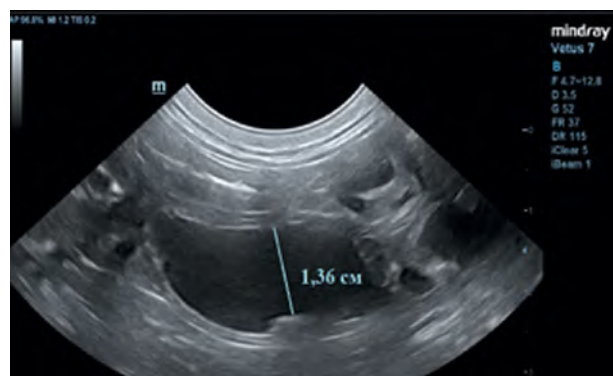
**Рис. 2.** Сканограмма уменьшения диаметра утерального просвета при динамическом УЗИ-исследовании у собаки с пиометрой (5-й день терапии)

**Fig. 2.** Scanogram of the decrease in the diameter of the uterine lumen during a dynamic ultrasound examination in a dog with pyometra (5th day of therapy)



**Рис. 3.** Сканограмма дилатации рога матки у собаки с пиометрой в день обращения

**Fig. 3.** Scanogram of uterine horn dilation in a dog with pyometra on the day of treatment



<sup>1</sup> Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123) [рус., англ.]. Страсбург. 18.03.1986.

Таблица 1. Основные результаты медикаментозной терапии собак с открытой формой пиометры

Table 1. The main results of drug therapy of dogs with open pyometra

| Показатель                                                                    | Группы     |       |             |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------------|-------|
|                                                                               | первая (I) |       | вторая (II) |       |
|                                                                               | абс.       | %     | абс.        | %     |
| Общее количество подвергнутых лечению больных собак, гол.                     | 6          | 100,0 | 6           | 100,0 |
| Выздоровели после курса терапии, гол.                                         | 4          | 66,67 | 6           | 100,0 |
| Восстановление половой цикличности, гол.                                      | 3          | 50,0  | 5           | 83,3  |
| Зарегистрирован рецидив пиометры в отдаленные сроки после курса терапии, гол. | 2          | 33,3  | 1           | 16,7  |

комбинированной терапии составила 100%, тогда как в группе монотерапии «Эстрофантином» — только 66,67%. При этом серьезных побочных эффектов, потребовавших отмены лечения, как при комбинированном применении «Эстрофантина» с «Ализином», так и монотерапии «Эстрофантином» не наблюдалось.

Клинически значимое превосходство комбинации «Эстрофантина» с «Ализином» над монотерапией «Эстрофантином» отмечено и при анализе отдаленных результатов лечения больных пиометрой. По показателю частоты восстановления половой цикличности эффективность комбинированной терапии пиометры «Эстрофантином» и «Ализином» за курс лечения была на 33,3% выше (83,3% против 50,0%;  $p \leq 0,05$ ), чем при монотерапии «Эстрофантином».

Всем опытным собакам, не отреагировавшим на лечение ( $n = 2$ ) либо у которых в отдаленные сроки после курса терапии зафиксировали рецидив заболевания ( $n = 3$ ) по врачебным

показаниям и (или) по желанию (решению) владельцев животных, была успешно выполнена тотальная резекция гнойной матки вместе с яичниками и маточными трубами.

Полученные авторами результаты хорошо согласуются с данными итальянских исследователей [4], показавшими на большом клиническом материале ( $n = 174$ ), что при высокой

эффективности и безопасности комплексная медикаментозная терапия собак с пиометрой препаратами на основе аглепристона и клопростенола ассоциирована с низкой частотой (8,62%) рецидива заболевания в отдаленные сроки после курса лечения. По данным авторов, после курса комплексной терапии пиометры фертильность восстанавливается у 92,14% собак при продолжительности интервала от начала лечения до наступления первых родов  $198,05 \pm 84,27$  дня.

## Выводы/Conclusion

Терапия открытой формы пиометры у собак, основанная на комбинации антипрогестагенного («Ализин») и простагландинового («Эстрофантин») препаратов, обеспечила полную ремиссию симптомов заболевания на 21–28-е сутки у 100% сук и позволила на треть (33%) увеличить частоту восстановления половой цикличности в сравнении с монотерапией «Эстрофантином».

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дюльгер Г.П., Колядина Н.И., Салагаева Е.К., Крамарь Н.Н. Современные аспекты диагностики и терапии пиометры у домашних плотоядных. В.И. Трухачев (ред.). Сохранение породного разнообразия, репродуктивного и продуктивного долголетия собак в условиях современного общества. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2023; 141–166.
2. Бинхун Х., Ватников Ю.А., Сахно Н.В., Попова И.А. Метод консервативной терапии при гнойных эндометритах у собак. Ветеринария, зоотехника и биотехнология. 2018; (6): 59–63. <https://elibrary.ru/drlknk>
3. Hagman R. Pyometra in Small Animals 2.0. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2022; 52(3): 631–657. <https://doi.org/10.1016/J.CVSM.2022.01.004>
4. Melandri M., Veronesi M.C., Pisu M.C., Majolino G., Alonge S. Fertility outcome after medically treated pyometra in dogs. *Journal of Veterinary Science*. 2019; 20(4): e39. <https://doi.org/10.4142/jvs.2019.20.e39>
5. Xavier R.G.C. et al. Canine Pyometra: A Short Review of Current Advances. *Animals*. 2023; 13(21): 3310. <https://doi.org/10.3390/ani13213310>
6. Jitpean S., Hagman R., Holst B.S., Höglund O.V., Pettersson A., Egenvall A. Breed Variations in the Incidence of Pyometra and Mammary Tumours in Swedish Dogs. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012; 47(S6): 347–350. <https://doi.org/10.1111/rda.12103>

## REFERENCES

1. Dylulger G.P., Kolyadina N.I., Salagayeva E.K., Kramar N.N. Modern aspects of pyometra diagnosis and therapy in domestic carnivores. V.I. Trukhachev (ed.). Preservation of breed diversity, reproductive and productive longevity of dogs in modern society. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2023; 141–166 (in Russian).
2. Binkhun Kh., Vatnikov Yu.A., Sakhno N.V., Popova I.A. Method of conservative therapy for canine purulent endometritis. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2018; (6): 59–63 (in Russian). <https://elibrary.ru/drlknk>
3. Hagman R. Pyometra in Small Animals 2.0. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2022; 52(3): 631–657. <https://doi.org/10.1016/J.CVSM.2022.01.004>
4. Melandri M., Veronesi M.C., Pisu M.C., Majolino G., Alonge S. Fertility outcome after medically treated pyometra in dogs. *Journal of Veterinary Science*. 2019; 20(4): e39. <https://doi.org/10.4142/jvs.2019.20.e39>
5. Xavier R.G.C. et al. Canine Pyometra: A Short Review of Current Advances. *Animals*. 2023; 13(21): 3310. <https://doi.org/10.3390/ani13213310>
6. Jitpean S., Hagman R., Holst B.S., Höglund O.V., Pettersson A., Egenvall A. Breed Variations in the Incidence of Pyometra and Mammary Tumours in Swedish Dogs. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012; 47(S6): 347–350. <https://doi.org/10.1111/rda.12103>

7. Egenvall A., Hagman R., Bonnett B.N., Hedhammar A., Olson P., Lagerstedt A.-S. Breed Risk of Pyometra in Insured Dogs in Sweden. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2001; 15(6): 530–538. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2001.tb01587.x>
8. Xavier R.G.C. et al. Association between bacterial pathogenicity, endometrial histological changes and clinical prognosis in canine pyometra. *Theriogenology*. 2024; 214: 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.007>
9. Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П., Акчурин С.В., Акчурина И.В. Клинико-лабораторные проявления и ультразвуковая диагностика пиометры у собак. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024; (5): 101–115. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-5-101-115>
10. Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П. Возможности двухмерной визуальной эхографии в комбинации с импульсно-волновой доплерографией маточных артерий при диагностике открытой и закрытой форм пиометры у собак. *Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины. 2024; 340–344. <https://elibrary.ru/ojpkcqq>
11. Дюльгер Г.П., Колядина Н.И., Салагаева Е.К., Асеева М.В. Клинико-лабораторные проявления открытой формы пиометры у собак. *Актуальные вопросы ветеринарной медицины: образование, наука, практика. Сборник статей*. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2021; 194–200. <https://elibrary.ru/abhlpq>
12. Данилкина О.П., Счисленко С.А., Строганова И.Я. Этиология, патогенез и терапия при пиометре у собак. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (7): 117–124. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-7-117-124>
13. Talukdar D. et al. Clinico-haemato-biochemical and Pathological Alteration of Pyometra in Canines. *Indian Journal of Animal Research*. 2022; B-4684. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-4684>
14. Скрипкин В.И., Саенко Н.В. Сравнительная оценка оперативного и консервативного методов лечения пиометры у сук. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2022; 29: 208–220. <https://elibrary.ru/jljiqui>
15. Pailler S. et al. Findings and prognostic indicators of outcomes for bitches with pyometra treated surgically in a nonspecialized setting. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2022; 260(S2): S49–S56. <https://doi.org/10.2460/javma.20.12.0712>
16. Gond M., Chandrashekara Murthy V., Sudha G., Narayana Swamy M., Kshama M.A., Ravindranath B.M. Efficacy of mifepristone and prostaglandin in the treatment of closed cervix pyometra in dogs. *Journal of Experimental Zoology, India*. 2020; 23(1): 397–399.
17. Sethi G.P.S., Gandotra V.K., Honparkhe M., Singh A.K., Arora A.K., Ghuman S.P.S. Efficacy of Antiprogesterone and PGF<sub>2α</sub> Therapy for Treating Canine Pyometra. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020; 9(2): 2117–2123. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.902.240>
18. Kipjen Singh L. et al. Comparative efficacy of antiprogesterone and dopamine agonist in the treatment of canine pyometra. *The Indian Journal of Animal Reproduction*. 2019; 40(2): 28–31. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1010.035>
19. Гаркуша А.К. Опыт использования новых препаратов при пиометре и эндометрите собак. *Евразийский союз ученых*. 2019; (3–2): 16–17. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.60.16-17>
20. Ху Б., Ватников Ю.А., Сахно Н.В., Попова И.А., Газин А.А. Метод лечения гнойного эндометрита у собак с использованием блокаторов прогестероновых рецепторов и простагландинов F<sub>2α</sub>. *Вестник аграрной науки*. 2018; (2): 47–51. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2018.2.47>
21. Ros L., Holst B.S., Hagman R. A retrospective study of bitches with pyometra, medically treated with aglepristone. *Theriogenology*. 2014; 82(9): 1281–1286. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.08.011>
22. Мартынова Ю.С. и др. Опыт комбинированной органосохраняющей терапии аглепристоном и клопростенолом у собак с хроническим гнойным эндометритом. *Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные*. 2015; (6): 46–48. <https://elibrary.ru/vberfb>
23. Al-Zubaidi S.F., Alneamah G.A.A., Mahdi A.S., Wali A.A. Pyometra Treatment in Bitches with Different Protocols. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2024; 12(1): 120–124. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.1.120.124>
7. Egenvall A., Hagman R., Bonnett B.N., Hedhammar A., Olson P., Lagerstedt A.-S. Breed Risk of Pyometra in Insured Dogs in Sweden. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2001; 15(6): 530–538. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2001.tb01587.x>
8. Xavier R.G.C. et al. Association between bacterial pathogenicity, endometrial histological changes and clinical prognosis in canine pyometra. *Theriogenology*. 2024; 214: 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.007>
9. Salagaeva E.K., Dyulger G.P., Akchurin S.V., Akchurina I.V. Clinical and laboratory manifestations and ultrasound diagnostics of pyometra in dogs. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2024; (5): 101–115 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-5-101-115>
10. Salagaeva E.K., Dyulger G.P. The possibilities of two-dimensional visual echography in combination with pulse-wave dopplerography of uterine arteries in the diagnosis of open and closed forms of pyometra in dogs. *Current problems of treatment and prevention of diseases of young animals. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine*. Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. 2024; 340–344 (in Russian). <https://elibrary.ru/ojpkcqq>
11. Dyulger G.P., Kolyadina N.I., Salagaeva E.K., Aseeva M.V. Clinical and laboratory manifestations of open pyometra in dogs. *Current issues in veterinary medicine: education, science, practice. Collection of articles*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2021; 194–200 (in Russian). <https://elibrary.ru/abhlpq>
12. Danilkina O.P., Schislenko S.A., Stroganova I.Ya. Etiology, pathogenesis and therapy for pyometra in dogs. *Bulletin of KrasGAU*. 2023; (7): 117–124 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-7-117-124>
13. Talukdar D. et al. Clinico-haemato-biochemical and Pathological Alteration of Pyometra in Canines. *Indian Journal of Animal Research*. 2022; B-4684. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-4684>
14. Skripkin V.I., Saenko N.V. Comparative evaluation of surgery and conservative methods of treatment of pyometra in bitches. *Transactions of Taurida agricultural science*. 2022; 29: 208–220 (in Russian). <https://elibrary.ru/jljiqui>
15. Pailler S. et al. Findings and prognostic indicators of outcomes for bitches with pyometra treated surgically in a nonspecialized setting. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2022; 260(S2): S49–S56. <https://doi.org/10.2460/javma.20.12.0712>
16. Gond M., Chandrashekara Murthy V., Sudha G., Narayana Swamy M., Kshama M.A., Ravindranath B.M. Efficacy of mifepristone and prostaglandin in the treatment of closed cervix pyometra in dogs. *Journal of Experimental Zoology, India*. 2020; 23(1): 397–399.
17. Sethi G.P.S., Gandotra V.K., Honparkhe M., Singh A.K., Arora A.K., Ghuman S.P.S. Efficacy of Antiprogesterone and PGF<sub>2α</sub> Therapy for Treating Canine Pyometra. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020; 9(2): 2117–2123. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.902.240>
18. Kipjen Singh L. et al. Comparative efficacy of antiprogesterone and dopamine agonist in the treatment of canine pyometra. *The Indian Journal of Animal Reproduction*. 2019; 40(2): 28–31. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1010.035>
19. Garkusha A.K. Experience of using new drugs for pyometra and endometritis in dogs. *Eurasian Union of Scientists*. 2019; (3–2): 16–17 (in Russian). <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.60.16-17>
20. Hu B., Vatnikov Yu.A., Sakhno N.V., Popova I.A., Gazin A.A. Use of progesterone receptor blockers and F<sub>2α</sub> prostaglandins in treatment of pyometra of dogs. *Bulletin of agricultural science*. 2018; (2): 47–51 (in Russian). <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2018.2.47>
21. Ros L., Holst B.S., Hagman R. A retrospective study of bitches with pyometra, medically treated with aglepristone. *Theriogenology*. 2014; 82(9): 1281–1286. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.08.011>
22. Martynova Yu.S. et al. Experience of combined conserving therapy aglepristonon and cloprostenol in dogs with chronic suppurative endometritis. *Russian veterinary journal. Small pets and wild animals*. 2015; (6): 46–48 (in Russian). <https://elibrary.ru/vberfb>
23. Al-Zubaidi S.F., Alneamah G.A.A., Mahdi A.S., Wali A.A. Pyometra Treatment in Bitches with Different Protocols. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2024; 12(1): 120–124. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.1.120.124>

24. Sharma A. Open Pyometra in Cocker Spaniel Female: Diagnosis, Treatment, and Management using Mifepristone and Misoprostol. *Acta Scientific Veterinary Sciences*. 2022; 4(10): 24–27. <https://doi.org/10.31080/asvs.2022.04.0511>

25. Ganesan A., Antoine D., Palanisammi A., Ramprabu R. Therapeutic Management of Pyometra with Methylergometrine and Cabergoline in Bitches — An Alternative Approach. *Indian Journal of Animal Research*. 2025; 59(1): 145–148. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-4721>

#### ОБ АВТОРАХ

**Елизавета Кирилловна Салагаева**

ассистент

[e.salagaeva@rgaumcxa.ru](mailto:e.salagaeva@rgaumcxa.ru)

<https://orcid.org/0009-0000-3467-2495>

**Георгий Петрович Дюльгер**

доктор ветеринарных наук, профессор

[dulger@rgau-msha.ru](mailto:dulger@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0003-2501-1235>

Российский государственный аграрный университет —  
Московская сельскохозяйственная академия  
им. К.А. Тимирязева,  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Россия

24. Sharma A. Open Pyometra in Cocker Spaniel Female: Diagnosis, Treatment, and Management using Mifepristone and Misoprostol. *Acta Scientific Veterinary Sciences*. 2022; 4(10): 24–27. <https://doi.org/10.31080/asvs.2022.04.0511>

25. Ganesan A., Antoine D., Palanisammi A., Ramprabu R. Therapeutic Management of Pyometra with Methylergometrine and Cabergoline in Bitches — An Alternative Approach. *Indian Journal of Animal Research*. 2025; 59(1): 145–148. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-4721>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Elizaveta Kirillovna Salagaeva**

Assistant

[e.salagaeva@rgaumcxa.ru](mailto:e.salagaeva@rgaumcxa.ru)

<https://orcid.org/0009-0000-3467-2495>

**George Petrovich Dyulger**

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

[dulger@rgau-msha.ru](mailto:dulger@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0003-2501-1235>

Russian State Agrarian University —  
Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

УДК 619:618.19-002:616-085.37

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-29-38

В.А. Евграфова<sup>1</sup> ✉А.А. Андреева<sup>1</sup>В.А. Курчевский<sup>1</sup>М.С. Воронина<sup>1</sup>О.В. Прунтова<sup>1</sup>Н.Б. Шадрова<sup>1</sup>Р.В. Яшин<sup>2</sup><sup>1</sup>Федеральный центр охраны здоровья животных, Владимир, Россия<sup>2</sup>ООО «Группа компаний ВИК»,  
Островцы, г. о. Раменский,  
Московская обл., Россия

✉ evgrafova@arriah.ru

Поступила в редакцию: 27.03.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Евграфова В.А., Андреева А.А.,  
Курчевский В.А., Воронина М.С.,  
Прунтова О.В., Шадрова Н.Б., Яшин Р.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-29-38

Valeria A. Evgrafova<sup>1</sup> ✉Anna A. Andreeva<sup>1</sup>Vasily A. Kurchevsky<sup>1</sup>Margarita S. Voronina<sup>1</sup>Olga V. Pruntova<sup>1</sup>Natalya B. Shadrova<sup>1</sup>Roman V. Yashin<sup>2</sup><sup>1</sup>Federal Centre for Animal Health,  
Vladimir, Russia<sup>2</sup>“VIC Group of Companies” LLS,  
Ostrovtsy, Ramenskoye, Moscow region,  
Russia

✉ evgrafova@arriah.ru

Received by the editorial office: 27.03.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Evgrafova V.A., Andreeva A.A.,  
Kurchevsky V.A., Voronina M.S., Pruntova O.V.,  
Shadrova N.B., Yashin R.V.

# Оценка эффективности вакцинопрофилактики мастита коров на примере одного из скотоводческих хозяйств Рязанской области

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Мастит остается одним из наиболее распространенных и экономически значимых заболеваний в молочном скотоводстве и представляет собой серьезную проблему как с точки зрения продуктивности и здоровья животных, так и с точки зрения экономических потерь, связанных с затратами на ветеринарные мероприятия и утилизацию неподлежащего реализации молока.

В статье дана оценка эффективности трех вакцин разных лекарственных форм с различным антигенным составом, применяющихся для специфической профилактики мастита у молочных коров в РФ, показаны влияние иммунизации на здоровье животных.

**Цель работы** — сравнительная оценка профилактической и экономической эффективности вакцин разных лекарственных форм с различным антигенным составом, применяющихся для специфической профилактики мастита у молочных коров в полевых условиях.

**Методы.** Исследование проведено на 580 головах голштинской породы. Определение КСК проводили вискозиметрическим методом. Бактериологический анализ молока проводили посевом на кровяной агар Колумбия с идентификацией культур API-системами и MALDI-TOF MS. В работе использовали две вакцины против мастита коров испанского производства и один биопрепарат российского производства, серии вакцин были с действующими сроками годности. Вакцинацию животных проводили в соответствии с инструкциями по применению иммунобиологических препаратов.

**Результаты.** Установлено, что эффективность специфической профилактики мастита коров напрямую зависит от антигенного состава применяемых вакцин. Так, вакцина в форме эмульсии (Испания) из-за ограниченного антигенного состава продемонстрировала свою неэффективность в отношении доминирующего в хозяйстве возбудителя *S. agalactiae*. Применение вакцины в форме суспензии (Испания) сопровождалось отсроченной манифестацией мастита, что свидетельствует о частичной эффективности препарата в отношении возбудителей, антигены которых входят в состав препарата. Вакцина в форме эмульсии (Россия) способствовала значимому снижению заболеваемости маститом в субклинической и клинической формах. Проведенный анализ затрат на вакцинацию показал существенную экономическую выгоду, даже несмотря на незначительное выявление заболеваемости маститом среди вакцинированных животных.

**Ключевые слова:** вакцина, иммунизация, инфекционные заболевания, крупный рогатый скот, маститы коров, лечение животных, молочная продуктивность

**Для цитирования:** Евграфова В.А. и др. Оценка эффективности вакцинопрофилактики мастита коров на примере одного из скотоводческих хозяйств Рязанской области. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 29–38.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-29-38>

# Evaluation of the effectiveness of mastitis vaccination in cows at one of the livestock farms in the Ryazan region

## ABSTRACT

**Relevance.** Mastitis remains one of the most widespread and economically significant diseases in dairy cattle breeding and is a serious problem both in terms of productivity and animal health, as well as in terms of economic losses associated with the costs of veterinary measures and the disposal of inappropriate milk sales.

The article evaluates the effectiveness of three vaccines of different dosage forms with different antigenic composition used for the specific prevention of mastitis in dairy cows in the Russian Federation, shows the impact of immunization on animal health.

**The aim of the work** is a comparative assessment of the preventive and cost effectiveness of vaccines of various dosage forms with different antigenic compositions used for the specific prevention of mastitis in dairy cows in the field.

**Methods.** The study was conducted on 580 heads of Holstein rock. The NSC was determined by the viscometric method. Bacteriological analysis of milk was performed by seeding on Columbia blood agar with culture identification by API systems and MALDI-TOF MS. Two Spanish-made cow mastitis vaccines and one Russian-made biopreparation were used in the work, and the vaccine series had valid expiration dates. The animals were vaccinated in accordance with the instructions for the use of immunobiological preparations.

**Results.** It has been established that the effectiveness of specific prevention of cow mastitis directly depends on the antigenic composition of the vaccines used. Thus, the vaccine in the form of an emulsion (Spain), due to its limited antigenic composition, has demonstrated its ineffectiveness against the dominant pathogen in the farm *S. agalactiae*. The use of the vaccine in suspension form (Spain) was accompanied by delayed manifestation of mastitis, which indicates the partial effectiveness of the drug against pathogens whose antigens are part of the drug. Vaccine in the form of an emulsion (Russia) it contributed to a significant reduction in the incidence of mastitis in subclinical and clinical forms.

The analysis of vaccination costs showed significant economic benefits, even despite the insignificant detection of the incidence of mastitis among vaccinated animals.

**Key words:** vaccine, immunization, infectious diseases, cattle, mastitis in cows, animal treatment, milk productivity

**For citation:** Evgrafova V.A. et al. Evaluation of the effectiveness of mastitis vaccination in cows at one of the livestock farms in the Ryazan region. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 29–38 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-29-38>

## Введение /Introduction

Мастит — широко распространенное заболевание молочных коров, являющееся причиной значительных экономических потерь в молочной промышленности [1, 2].

Различают два основных типа мастита — клинический и субклинический. Клинический мастит характеризуется явными изменениями в молоке, такими как образование сгустков, хлопьев, отделение сыворотки или наличие крови [2]. Субклинический мастит в свою очередь проявляется увеличением количества соматических клеток (КСК), снижением надоев и в ряде случаев повышением риска преждевременной выбраковки животных [3, 4]. Учитывая прямое влияние клинического мастита на экономические показатели молочной фермы, снижение его распространенности и тяжести, является приоритетной задачей для производителей молока [2].

Животные, заболевшие маститом, демонстрируют общее ухудшение состояния здоровья и репродуктивной функции [2, 5]. Наиболее часто выделяемые патогены при мастите коров: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Streptococcus uberis* (*S. uberis*) и *Streptococcus dysgalactiae* (*S. dysgalactiae*) [6, 7].

Инфекции, вызванные золотистым стафилококком, представляют собой особо сложную проблему, так как этот микроорганизм обладает высокой устойчивостью к эрадикации [1, 8]. Инфицирование *S. aureus* может приводить к развитию как клинического, так и субклинического мастита, что, как правило, сопровождается увеличением КСК в молоке [1, 9].

Патогенные бактерии, проникающие в молочную железу, вызывают изменения проницаемости гематомаммарного барьера, что приводит к нарушению циркуляции компонентов крови и молока [10].

Распространенность *S. aureus* среди патогенов вымени варьирует в широких пределах — от 10 до 40% [1, 11]. В отличие от стафилококкового мастита, колиформный мастит чаще проявляется в клинической форме, нередко сопровождаясь системными признаками заболевания у пораженных животных [12]. Особый риск развития колиформного мастита отмечается в период сразу после отела [4].

В борьбе с маститом применяют различные стратегии контроля, включающие поддержание высоких стандартов гигиены вымени в процессе доения, использование исправного и правильно настроенного доильного оборудования, обеспечение чистоты и оптимальной влажности в местах содержания животных, сбалансированное питание, своевременное выявление и лечение как клинического, так и субклинического мастита. Однако в связи с высокой ресурсоемкостью указанных мер антибиотикотерапия и вакцинация рассматриваются как важные инструменты в комплексной борьбе с маститом [13, 14].

Мастит может быть вызван как инфекционными, так и комменсальными патогенами, поэтому профилактика заболевания является более предпочтительной стратегией, чем лечение [2]. Наряду с внедрением передовых методов управления доением вакцинация против распространенных патогенов вымени широко применяется в молочном животноводстве с целью предотвращения или снижения тяжести клинического мастита [13, 14]. Эффективная иммунизация против маститов способна внести существенный вклад в программы контроля над заболеванием [14].

Мировой рынок вакцин для профилактики мастита КРС предлагает препараты с инактивированными бактериями, анатоксинами, субъединичными антигенами и рекомбинантными протеинами [15]. Вакцинация направлена на снижение заболеваемости маститом и ограничение применения антибиотиков [13, 16].

В ЕС преимущественно используют вакцины STARTVAC® (Hipra, Испания) против *S. aureus* и *E. coli*, а также UBAC (Hipra, Испания) против *S. uberis* [13, 15, 16]. В Турции и Германии применение коммерческих вакцин не получило повсеместного внедрения, отдельные фермерские хозяйства практикуют использование аутогенных препаратов [17, 18]. Наибольшее внимание в научных исследованиях уделяли разработке моновакцин против *S. aureus*, изготовленных на основе токсинов, капсульных полисахаридов,  $\alpha$ -токсинов или  $\alpha$ -гемолизина.

Данные разработки активно осуществлялись крупнейшими фармацевтическими компаниями, стремящимися предложить эффективное средство профилактики стафилококковых инфекций [19]. До недавнего времени Российская Федерация испытывала дефицит в собственных средствах специфической профилактики мастита коров. Однако в 2023 году были зарегистрированы две отечественные вакцины против мастита — «МаститВак-ЕВА» (ФГБУ «ВНИИЗЖ») и «Комбовак-Эндомаст» (ООО «Ветбиохим»), характеризующиеся максимально полным антигенным составом, включающим наиболее распространенные в РФ возбудители данного заболевания.

В связи с вышеизложенным оценка эффективности вакцинопрофилактики мастита коров в условиях реального производства на территории Российской Федерации является актуальным вопросом.

**Цель исследования** — сравнительная оценка профилактической и экономической эффективности вакцин разных лекарственных форм с различным антигенным составом, применяющихся для специфической профилактики мастита у молочных коров в полевых условиях.

**Задачи исследования:** определить производственные показатели надоя в экспериментальных группах за лактационный период, видовой состав микроорганизмов, количество соматических

клеток у больных маститом коров, проанализировать затраты хозяйства на лечебно-профилактические мероприятия.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование было проведено в 2023–2024 гг. по договоренности с хозяйством Рязанской области Российской Федерации, занимающимся разведением молочного скота.

По статистике сельхозпредприятия, частота возникновения случаев субклинических маститов за лактационный период у первотелок составляет до 35,0%, у коров — до 8,0–12,0%, клинические маститы регистрируют у первотелок до 15,0%, у коров — до 5,0–7,0%. Средний суточный валовой показатель молока у первотелок в лактационный период варьирует от 16,7 до 17,2 кг на голову, коров — от 17,5 до 18,0 кг.

Исследования были проведены на 580 головах КРС голштинской породы<sup>1</sup>.

Для оптимизации управления и кормления животные были стратифицированы на основе показателей продуктивности и стадии лактации. Доеение коров проводили 3 раза в день, что соответствует стандартным протоколам для достижения максимальной молочной продуктивности (ГОСТ Р 57878-2017<sup>2</sup>).

Продолжительность сухостойного периода составляла около 60 сут. — это рекомендуемый срок для восстановления тканей молочной железы и обеспечения здоровья новорожденного теленка, что является показателем общего состояния здоровья вымени и качества молока. Животные на начало исследования были здоровы, количество соматических клеток (КСК) в пробе молока было в границах допустимых значений — 167 тыс. клеток / мл (ГОСТ 23453-2014<sup>3</sup>).

Всех животных промаркировали и разделили на 4 группы по 145 голов в каждой (табл. 1).

В работе использовали 2 вакцины против мастита коров испанского производства и 1 биопрепарат российского производства с действующими сроками годности. Вакцинацию экспериментальных

групп животных проводили строго в соответствии с инструкциями по применению иммунобиологических препаратов. Характеристики препаратов и схемы вакцинации представлены в таблице 2.

Подсчет КСК проводили в лаборатории хозяйства вискозиметрическим методом в анализаторе молока «Соматос Мини» (Россия). Относительная погрешность измерения условной вязкости составляла не более 5%. Отбор проб для последующего исследования проводили в установленные временные точки — через 14 сут. после отела, а затем ежемесячно — вплоть до окончания лактационного периода (305 сут.).

Для минимизации риска контаминации пробы молока отбирали после дезинфекции вымени средством для его обработки перед доением DOCTOR VIC «ЛАКТИК», ИУП «ВИК — здоровье животных» (Беларусь). Образцы отбирали в виде смешанных проб из каждой доли вымени от всех животных, включенных в опытные и контрольную группы. Отбор проб для последующего исследования проводили в установленные временные точки — как при отборе проб для подсчета КСК. Для проведения бактериологического анализа аликвоты объемом 0,5 см<sup>3</sup> каждого образца

Таблица 1. Характеристики опытных групп животных

Table 1. Characteristics of the experimental groups of animals

| Группа животных                                                      | Общее количество животных в группе | Разделение по возрастным группам | Количество животных в группе | Средний показатель надоя на голову за лактационный период до вакцинации, л/сут | Средний показатель КСК до вакцинации (измерение до запуска), тыс. клеток / мл | Кратность и метод введения вакцины            |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Опытная группа № 1 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Испания)  | 145                                | Нетели                           | 30                           | –                                                                              | –                                                                             | Вакцинация проведена внутримышечно трехкратно |
|                                                                      |                                    | Коровы 1-й лактации              | 30                           | 17,07                                                                          | 122                                                                           |                                               |
|                                                                      |                                    | Коровы 2-й лактации              | 85                           | 17,44                                                                          | 131                                                                           |                                               |
| Опытная группа № 2 (иммунизация вакциной в форме суспензии, Испания) | 145                                | Нетели                           | 30                           | –                                                                              | –                                                                             | Вакцинация проведена подкожно двукратно       |
|                                                                      |                                    | Коровы 1-й лактации              | 30                           | 16,97                                                                          | 114                                                                           |                                               |
|                                                                      |                                    | Коровы 2-й лактации              | 85                           | 17,47                                                                          | 126                                                                           |                                               |
| Опытная группа № 3 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Россия)   | 145                                | Нетели                           | 30                           | –                                                                              | –                                                                             | Вакцинация проведена внутримышечно двукратно  |
|                                                                      |                                    | Коровы 1-й лактации              | 30                           | 17,08                                                                          | 123                                                                           |                                               |
|                                                                      |                                    | Коровы 2-й лактации              | 85                           | 17,60                                                                          | 134                                                                           |                                               |
| Контрольная группа (без иммунизации)                                 | 145                                | Нетели                           | 30                           | –                                                                              | –                                                                             | Животные не вакцинировались                   |
|                                                                      |                                    | Коровы 1-й лактации              | 30                           | 17,10                                                                          | 137                                                                           |                                               |
|                                                                      |                                    | Коровы 2-й лактации              | 85                           | 17,53                                                                          | 126                                                                           |                                               |

<sup>1</sup> Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>2</sup> ГОСТ Р 57878-2017 Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота молочного и комбинированного направлений.

<sup>3</sup> ГОСТ 23453-2014 Молоко сырое. Методы определения соматических клеток.

Таблица 2. Основные характеристики испытываемых вакцин, схемы вакцинации

Table 2. Main characteristics of the tested vaccines, vaccination schemes

| Вакцина                                                                                                                                | Антигенный состав препарата                                                                                                                              | Лекарственная форма    | Прививная доза      | Схема вакцинации                                                               | Страна производитель |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Вакцина против мастита крупного рогатого скота инактивированная (в тексте — вакцина в форме эмульсии, Испания)                         | <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>                                                                                                                        | Эмульсия для инъекций  | 2,0 см <sup>3</sup> | Трехкратно за 45 и 10 сут. до предполагаемого отела и через 52 сут. после него | Испания              |
| Вакцина для профилактики клинических и субклинических маститов коров (в тексте — вакцина в форме суспензии, Испания)                   | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. dysgalactiae</i> , <i>S. uberis</i> , <i>S. pyogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>A. pyogenes</i> , <i>E. coli</i> 5 штаммов | Суспензия для инъекций | 5,0 см <sup>3</sup> | Двукратно за 45 и 30 сут. до предполагаемого отела                             | Испания              |
| Вакцина против клинических и субклинических маститов коров эмульсионная инактивированная (в тексте — вакцина в форме эмульсии, Россия) | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. dysgalactiae</i> , <i>S. uberis</i> , <i>S. aureus</i> 2 штамма, <i>S. hyicus</i> , <i>E. coli</i> 2 штамма                 | Эмульсия для инъекций  | 3,0 см <sup>3</sup> | Двукратно за 60 и 46 сут. до предполагаемого отела                             | Россия               |

молока высеивали в лаборатории хозяйства «газоном» на кровяной агар Колумбия (BioMedia, Россия). Чашки Петри с посевами инкубировали в термостате при температуре  $37,0 \pm 0,5$  °C в течение 24 часов для оптимального роста микроорганизмов. Для выделения чистых культур микроорганизмов выросшие колонии переносили на агар Колумбия (Becton Dickinson, США) с добавлением 5% сыворотки крови лошади («Микроген», Россия) и инкубировали при тех же условиях ( $37,0 \pm 0,5$ ) °C в течение 24 часов.

Идентификацию выделенных культур осуществляли на базе ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (Россия) с использованием коммерческих систем API (bioMérieux, Франция), основанных на анализе метаболической активности, а также методом масс-спектрометрии с матрично-активированной лазерной десорбцией (ионизацией) (MALDI-TOF MS) на оборудовании MALDI Autoflex III Biotyper (Bruker Daltonik, Германия), что позволило проводить быструю и точную идентификацию микроорганизмов. Полученные масс-спектры регистрировали, обрабатывали и анализировали с применением программного обеспечения FlexControl 3.4 (Bruker Daltonik, Германия) для определения видовой принадлежности микроорганизмов.

Основным критерием при определении поголовья, пораженного маститом в клинической форме, являлось обнаружение аномалий молока (сгустки, хлопья, изменение цвета, консистенции) и вымени (отек, покраснения и болезненность). Дополнительными критериями служили общее состояние животного, включая лихорадку, снижение аппетита, угнетение и уменьшение продуктивности.

Учет надоя проводили при помощи автоматизированных систем доения GEA DairyRobot R9500 (GEA, Германия), которые оснащены датчиками с автоматическим измерением количества молока, температуры и электропроводности.

Лечение заболевших животных осуществляли в соответствии с принятыми в хозяйстве схемами. При субклиническом мастите применяли

10%-ный «Флекспрофен» (ООО «ВИК — здоровье животных», Россия) внутримышечно в дозе 1,0 мл на 33 кг массы тела трехкратно с интервалом в 24 ч. Преимущество данного препарата — отсутствие ограничений на использование молока после завершения курса лечения. При клиническом мастите применяли «Энрофлон гель» (ООО «ВИК — здоровье животных», Россия) интрацистернально по одому шприцу на пораженную четверть вымени четырехкратно с интервалом в 12 ч. Ограничения по использованию молока при применении данного препарата составляли 4 сут. после окончания лечения. Экономическую эффективность оценивали согласно методическим рекомендациям<sup>4</sup>.

Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel 2007–2016 гг. (США).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ лактационного периода коров позволил заключить, что фаза роста надоя приходилась на первые два месяца после завершения молозивного периода. Пик лактационной продуктивности, как правило, наблюдали в течение 3-го и 4-го месяцев, после чего происходило постепенное снижение.

Производственные показатели надоя на одну голову дойного стада в экспериментальных группах за лактационный период представлены в таблице 3.

Установлено, что мастит, как в субклинической, так и в клинической форме, регистрировали во всех исследуемых группах независимо от иммунизации и используемого иммунобиологического препарата. Однако выявлена закономерность, указывающая на то, что при применении вакцины в форме эмульсии (Испания) случаи мастита отмечали в ранние периоды лактации, что негативно сказывалось на наиболее продуктивном периоде и, как следствие, отражалось на общем

<sup>4</sup> Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий. Ветеринарное законодательство. Т. 1; под ред. В.М. Авилова. М.: Росзоветснабпром. 2000; 293–326.

Таблица 3. Производственные показатели надоя на одну голову дойного стада в экспериментальных группах за лактационный период

Table 3. Production indicators of milk yield per head of the dairy herd in the experimental groups during the lactation period

| Исследуемая группа                                                   | Возрастная группа            | Производственные показатели надоя на одну голову дойного стада в экспериментальных группах за лактационный период, л |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                   |              |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|
|                                                                      |                              | 1 мес.                                                                                                               | 2 мес.              | 3 мес.              | 4 мес.             | 5 мес.             | 6 мес.             | 7 мес.             | 8 мес.             | 9 мес.            | 10 мес.      |
| Опытная группа № 1 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Испания)  | Первотелки 30 голов          | 16,99 ± 0,46<br>+                                                                                                    | 19,75 ± 0,36<br>+   | 21,95 ± 0,61<br>+   | 20,56 ± 0,31       | 19,79 ± 0,44<br>+  | 18,71 ± 0,53<br>+  | 16,63 ± 0,49<br>+  | 15,12 ± 0,32       | 14,08 ± 0,51<br>+ | 12,57 ± 0,36 |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 17,53 ± 0,50<br>+                                                                                                    | 18,05 ± 1,52<br>++  | 22,03 ± 1,21<br>+   | 21,31 ± 1,13<br>+  | 21,46 ± 0,49       | 19,84 ± 0,92<br>+  | 18,43 ± 0,49       | 17,06 ± 0,81       | 15,15 ± 0,71      | 12,86 ± 0,76 |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 17,87 ± 0,44<br>+                                                                                                    | 18,92 ± 0,87<br>++  | 21,47 ± 0,81<br>+   | 21,34 ± 0,79<br>+  | 21,72 ± 0,61<br>+  | 20,04 ± 0,51<br>+  | 18,91 ± 0,39       | 17,23 ± 0,28       | 15,52 ± 0,41      | 13,10 ± 0,46 |
| Опытная группа № 2 (иммунизация вакциной в форме суспензии, Испания) | Первотелки 30 голов          | 17,09 ± 0,51                                                                                                         | 19,87 ± 0,33        | 22,06 ± 0,31        | 20,74 ± 0,63<br>+  | 19,88 ± 0,38<br>+  | 18,83 ± 0,54       | 16,35 ± 0,40<br>+  | 15,10 ± 0,63<br>+  | 14,64 ± 0,14      | 12,63 ± 0,36 |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 17,98 ± 0,53                                                                                                         | 19,14 ± 0,69        | 22,33 ± 0,42        | 21,21 ± 0,49       | 20,24 ± 0,86<br>+  | 19,12 ± 0,88<br>++ | 18,10 ± 0,40       | 17,10 ± 0,62       | 15,32 ± 0,49      | 12,87 ± 0,63 |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 18,57 ± 0,31                                                                                                         | 20,89 ± 0,39        | 22,92 ± 0,41        | 22,01 ± 0,71<br>+  | 20,05 ± 0,63<br>++ | 19,25 ± 0,46<br>+  | 18,69 ± 0,38<br>+  | 16,79 ± 0,26       | 15,63 ± 0,37      | 13,28 ± 0,39 |
| Опытная группа № 3 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Россия)   | Первотелки 30 голов          | 17,08 ± 0,37                                                                                                         | 19,87 ± 0,64        | 22,06 ± 0,45        | 20,72 ± 0,38       | 19,88 ± 0,41       | 18,87 ± 0,50       | 16,50 ± 0,82<br>++ | 15,01 ± 0,69<br>++ | 14,25 ± 0,39      | 13,02 ± 0,45 |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 17,92 ± 0,47                                                                                                         | 19,17 ± 0,39        | 22,40 ± 0,46        | 21,34 ± 0,51       | 20,16 ± 0,72<br>+  | 19,08 ± 0,66<br>+  | 18,01 ± 0,88<br>+  | 17,39 ± 0,45       | 15,49 ± 0,54      | 12,99 ± 0,36 |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 18,74 ± 0,52                                                                                                         | 20,95 ± 0,49        | 23,08 ± 0,44        | 22,22 ± 0,59       | 20,18 ± 0,91<br>+  | 19,34 ± 0,79<br>+  | 18,52 ± 0,73<br>+  | 16,75 ± 0,49       | 15,42 ± 0,51      | 13,44 ± 0,43 |
| Контрольная группа (без иммунизации)                                 | Первотелки 30 голов          | 17,04 ± 0,46<br>+                                                                                                    | 18,21 ± 0,90<br>+++ | 21,14 ± 0,81<br>+++ | 20,67 ± 0,33       | 19,48 ± 0,79<br>+  | 18,10 ± 0,85<br>++ | 15,51 ± 0,79<br>++ | 14,79 ± 0,71<br>++ | 13,76 ± 0,69      | 12,13 ± 0,78 |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 17,68 ± 0,38                                                                                                         | 18,42 ± 1,02<br>++  | 18,96 ± 1,34<br>+x  | 20,91 ± 2,01<br>+  | 19,46 ± 2,12       | 18,74 ± 2,14       | 17,54 ± 2,36       | 17,01 ± 2,24       | 15,02 ± 2,21      | 12,24 ± 2,11 |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 18,10 ± 0,68<br>+                                                                                                    | 19,48 ± 0,69<br>++  | 19,14 ± 0,95<br>+++ | 20,81 ± 0,82<br>++ | 18,90 ± 0,45<br>+  | 18,01 ± 0,81<br>+  | 17,14 ± 0,44       | 16,49 ± 0,76<br>+  | 15,47 ± 0,37      | 13,05 ± 0,19 |

Примечание: + — случай субклинического мастита; ++ — случай клинического мастита; x — случай клинического мастита, повлекшего выбраковку.

производственном показателе надоя в группе за весь лактационный период. Так, у первотелок этот показатель составил 161 410,2 л, у коров во второй лактации — 166 632,6 л, у коров в третьей лактации — 482 996,5 л. В пересчете на одну голову удой составили 17,64 л, 18,21 л и 18,63 л соответственно.

Производственные показатели надоя в группах дойного стада экспериментальных групп за лактационный период (305 сут.) представлены в таблице 4.

В опытной группе № 1 заболеваемость маститом составила 9,66% (14 случаев) в субклинической форме, 4,83% (7 случаев) — в клинической. Анализ этиологии показал, что доминирующим инфекционным агентом в данных случаях являлся *S. agalactiae*, не включенный в состав применяемого иммунобиологического препарата. В одной из проб установлено наличие *S. aureus*, который был заявлен производителем в составе препарата.

В опытной группе № 2 наблюдали случаи мастита, однако манифестацию болезни отмечали лишь начиная с четвертого месяца лактации. При бактериологическом исследовании проб молока от коров с клиническими признаками мастита был идентифицирован следующий спектр возбудителей: *S. agalactiae*, *S. uberis*, *S. aureus* и *S. epidermidis*. Примечательно, что антигены первых трех микроорганизмов входили в состав иммунобиологического препарата, применявшегося в данной группе. Предположительно, высокая антигенная нагрузка вакцины создала конкуренцию в процессе формирования иммунного ответа, чем снизила его напряженность к каждому отдельному компоненту. Кроме того, сорбция антигенов на гидроксиде алюминия, в отличие от эмульсионных вакцин, не обеспечивала формирования длительно функционирующего «депо» антигена в организме, что могло стать причиной менее продолжительного иммунитета.

Таблица 4. Показатели надоя в экспериментальных группах за лактационный период (305 сут.)

Table 4. Milk yield in the experimental groups during the lactation period (305 days)

| Исследуемые группы                                                   | Возрастные группы            | Надой по группам за 305 сут., л | Общий надой по опытным группам за 305 сут, л | Количество случаев и форм мастита в возрастных группах, % от общего поголовья в возрастной группе | Общее количество случаев и форм мастита в опытных группах, % от общего поголовья в опытной группе |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Опытная группа № 1 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Испания)  | Первотелки 30 голов          | 161 410,2/17,64                 | 811 039,3                                    | Субклинический — 5 (16,66%),<br>клинический — 2 (6,66%)                                           | Субклинический — 14 (9,66%),<br>клинический — 7 (4,83%)                                           |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 166 632,6/18,21                 |                                              | Субклинический — 4 (13,33%),<br>клинический — 2 (6,66%)                                           |                                                                                                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 482 996,5/18,63                 |                                              | Субклинический — 5 (5,88%),<br>клинический — 3 (3,53%)                                            |                                                                                                   |
| Опытная группа № 2 (иммунизация вакциной в форме суспензии, Испания) | Первотелки 30 голов          | 161 249,7/17,62                 | 816 298,2                                    | Субклинический — 3 (10,00%),<br>клинический — 1 (3,33%)                                           | Субклинический — 9 (6,21%),<br>клинический — 3 (2,07%)                                            |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 167 751,0/18,33                 |                                              | Субклинический — 2 (6,66%),<br>клинический — 1 (3,33%)                                            |                                                                                                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 487 297,5/18,80                 |                                              | Субклинический — 4 (4,71%),<br>клинический — 1 (1,18%)                                            |                                                                                                   |
| Опытная группа № 3 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Россия)   | Первотелки 30 голов          | 164 097,9/17,93                 | 821 108,6                                    | Субклинический — 3 (10,00%),<br>клинический — 1 (3,33%)                                           | Субклинический — 5 (3,45%),<br>клинический — 2 (1,38%)                                            |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 168 221,4/18,38                 |                                              | Субклинический — 2 (6,66%),<br>клинический — 1 (3,33%)                                            |                                                                                                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 488 789,3/18,85                 |                                              | Субклинический — 3 (3,53%),<br>клинический — 0 (0,00%)                                            |                                                                                                   |
| Контрольная группа (без вакцинации)                                  | Первотелки 30 голов          | 156 243,0/17,08                 | 774 675,7                                    | Субклинический — 10 (33,3%),<br>клинический — 4 (13,33%)                                          | Субклинический — 20 (13,80%),<br>клинический — 10 (6,90%)                                         |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | 160 920,9/17,59                 |                                              | Субклинический — 3 (10,0%),<br>клинический — 2 (6,66%)                                            |                                                                                                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | 457 511,8/17,64                 |                                              | Субклинический — 7 (8,24%),<br>клинический — 4 (4,71%)                                            |                                                                                                   |

В опытной группе № 3 заболеваемость маститом в субклинической форме составила 3,45% (5 случаев), 1,38% (2 случая) — в клинической. Идентификация выделенных микроорганизмов из проб молока от больных коров показала, что основными инфекционными агентами выступали *S. epidermidis* и *S. haemolyticus*, не входящие в состав применяемого иммунобиологического препарата (табл. 5). В отдельных случаях в группе вакцинированных животных были выделены в пробах молока микроорганизмы, гомологичные видовому составу микроорганизмов примененного препарата.

При исследовании проб молока от животных контрольной группы были выделены такие возбудители мастита, как *S. hyicus*, *S. dysgalactiae* и *E. coli*, которые определяют как основные патогены. Необходимо отметить, что по видовому составу бактерии, выявленные в образцах молока коров опытных групп, соответствовали видовому составу микроорганизмов, выделенных в молоке больных коров контрольной группы.

На основании полученных данных можно заключить, что основными этиологическими агентами, способствующими развитию мастита в исследуемом хозяйстве, являются *S. agalactiae*, *S. uberis*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, *S. haemolyticus*, *S. hyicus*, *S. dysgalactiae* и *E. coli*.

Тем не менее проведенный анализ затрат на вакцинацию показывает существенную экономическую выгоду, даже несмотря на незначительное выявление заболеваемости маститом среди вакцинированных животных.

Сравнение экономических показателей контрольной и опытных групп выявило следующие затраты: иммунизация и лечение в опытной группе № 1 — 174,0 тыс. руб. и 28,4 тыс. руб. соответственно; иммунизация и лечение в опытной группе № 2 — 147,9 тыс. руб. и 16,4 тыс. руб. соответственно; иммунизация и лечение в опытной группе № 3 — 38,3 тыс. руб. и 9,5 тыс. руб. соответственно. В контрольной группе затраты на иммунизацию отсутствовали, однако затраты на лечение составили 40,5 тыс. руб.

Применение вакцины в опытной группе № 1 обеспечило увеличение надоя молока на 36 363,6 л, что в денежном эквиваленте составило 1,82 млн руб. Вакцинация в опытной группе № 2 способствовала увеличению надоя молока на 41 622,5 л, что в денежном выражении эквивалентно 2,08 млн руб. Применение вакцины в опытной группе № 3 обеспечило увеличение надоя молока на 46 432,9 л, что в денежном эквиваленте составило 2,32 млн руб., следовательно, применение вакцинопрофилактики в опытных группах коров продемонстрировало высокую

Таблица 5. Видовой состав микроорганизмов и КСК в молоке от больных маститом коров в опытных и контрольной группах

Table 5. Species composition of microorganisms and NSCs in milk from cows with mastitis in experimental and control groups

| Исследуемые группы                                                   | Возрастные группы            | Форма мастита  | Период лактационного периода, когда установлено заболевание | Количество случаев | Видовое разнообразие возбудителей              | КСК, тыс. клеток / мл |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| 1                                                                    | 2                            | 3              | 4                                                           | 5                  | 6                                              | 7                     |
| Опытная группа № 1 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Испания)  | Первотелки 30 голов          | Субклиническая | 1 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 379                   |
|                                                                      |                              |                | 2 мес.                                                      | 1                  | <i>S. haemolyticus</i>                         | 382                   |
|                                                                      |                              |                | 3 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 302                   |
|                                                                      |                              |                | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. uberis</i>        | 294                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 305                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. epidermidis</i>   | 831                   |
|                                                                      |                              |                | 9 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 769                   |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | Субклиническая | 1 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 329                   |
|                                                                      |                              |                | 3 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 401                   |
|                                                                      |                              |                | 4 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 379                   |
|                                                                      |                              |                | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. uberis</i>        | 382                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 2 мес.                                                      | 2                  | <i>S. aureus</i>                               | 816                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | Субклиническая | 1 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 339                   |
|                                                                      |                              |                | 2 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 358                   |
|                                                                      |                              |                | 3 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 403                   |
|                                                                      |                              |                | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. haemolyticus</i>                         | 364                   |
|                                                                      |                              |                | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 298                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 2 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 734                   |
|                                                                      |                              |                | 3 мес.                                                      | 1                  | <i>S. aureus</i>                               | 782                   |
|                                                                      |                              |                | 4 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. epidermidis</i>   | 625                   |
| Опытная группа № 2 (иммунизация вакциной в форме суспензии, Испания) | Первотелки 30 голов          | Субклиническая | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 337                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. epidermidis</i>                          | 340                   |
|                                                                      |                              |                | 8 мес.                                                      | 1                  | <i>S. uberis</i>                               | 356                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 4 мес.                                                      | 1                  | <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i>       | 704                   |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | Субклиническая | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 399                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 387                   |
|                                                                      |                              |                | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. aureus</i>                               | 810                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | Субклиническая | 5 мес.                                                      | 2                  | <i>S. uberis</i>                               | 382                   |
|                                                                      |                              |                | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. epidermidis</i>                          | 364                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 348                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 4 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i> , <i>S. aureus</i>        | 697                   |
| Опытная группа № 3 (иммунизация вакциной в форме эмульсии, Россия)   | Первотелки 30 голов          | Субклиническая | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. epidermidis</i>                          | 461                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 8 мес.                                                      | 2                  | <i>S. epidermidis</i>                          | 415                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. haemolyticus</i>                         | 725                   |
|                                                                      | Коровы 2-й лактации 30 голов | Субклиническая | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. aureus</i>                               | 440                   |
|                                                                      |                              | Клиническая    | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. haemolyticus</i>                         | 420                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. epidermidis</i> , <i>S. haemolyticus</i> | 638                   |
|                                                                      | Коровы 3-й лактации 85 голов | Субклиническая | 5 мес.                                                      | 1                  | <i>S. agalactiae</i>                           | 364                   |
|                                                                      |                              |                | 6 мес.                                                      | 1                  | <i>S. haemolyticus</i>                         | 395                   |
|                                                                      |                              |                | 7 мес.                                                      | 1                  | <i>S. epidermidis</i>                          | 342                   |

рентабельность по сравнению с отсутствием вакцинации в контрольной группе животных.

### Выводы/Conclusions

Анализ данных проведенного исследования позволяет сделать вывод о том, что эффективность специфической профилактики мастита коров напрямую зависит от антигенного состава применяемых вакцин. Так, вакцина в форме эмульсии (Испания) из-за ограниченного антигенного состава продемонстрировала свою неэффективность в отношении доминирующего в хозяйстве возбудителя *S. agalactiae*, что привело к снижению продуктивности в ранние сроки лактации.

Применение вакцины в форме суспензии (Испания) сопровождалось отсроченной манифестацией мастита, что может свидетельствовать о частичной эффективности препарата в отношении возбудителей, антигены которых входят в его компонентный состав. Идентификация широкого спектра патогенов, включая *S. uberis* и *S. aureus*, указывает на необходимость дальнейшей оптимизации антигенного состава биопрепарата и разработки стратегий, направленных на повышение напряженности иммунного ответа к каждому отдельному компоненту. Сорбция антигенов на гидроксиде алюминия по сравнению с масляными адъювантами действительно может обеспечивать менее продолжительный иммунитет, что согласуется с исследованиями, посвященными подбору веществ, используемых для усиления иммунного ответа.

| 1                                   | 2                                  | 3              | 4                        | 5 | 6                                                              | 7     |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|--------------------------|---|----------------------------------------------------------------|-------|
| Контрольная группа (без вакцинации) | Первотелки<br>30 голов             | Субклиническая | 1 мес.                   | 1 | <i>S. uberis</i>                                               | 387   |
|                                     |                                    |                | 2 мес.                   | 2 | <i>S. agalactiae</i> ,<br><i>S. uberis</i>                     | 331   |
|                                     |                                    |                | 3 мес.                   | 3 | <i>S. agalactiae</i> ,<br><i>S. uberis</i> ,<br><i>E. coli</i> | 395   |
|                                     |                                    |                | 6 мес.                   | 1 | <i>S. haemolyticus</i>                                         | 337   |
|                                     |                                    |                | 7 мес.                   | 1 | <i>S. hyicus</i>                                               | 349   |
|                                     |                                    |                | 8 мес.                   | 2 | <i>E. coli</i>                                                 | 342   |
|                                     |                                    | Клиническая    | 2 мес.                   | 1 | <i>S. hyicus</i>                                               | 827   |
|                                     |                                    |                | 5 мес.                   | 1 | <i>S. epidermidis</i> ,<br><i>S. haemolyticus</i>              | 798   |
|                                     |                                    |                | 6 мес.                   | 1 | <i>E. coli</i>                                                 | 639   |
|                                     | Коровы 2-й<br>лактации<br>30 голов | Субклиническая | 2 мес.                   | 1 | <i>S. dysgalactiae</i>                                         | 404   |
|                                     |                                    |                | 3 мес.                   | 1 | <i>S. haemolyticus</i>                                         | 408   |
|                                     |                                    |                | 4 мес.                   | 1 | <i>S. dysgalactiae</i>                                         | 412   |
|                                     |                                    |                | 2 мес.                   | 1 | <i>S. epidermidis</i>                                          | 650   |
|                                     |                                    | Клиническая    | 3 мес. (сдача<br>коровы) | 1 | <i>S. aureus</i> ,<br><i>E. coli</i>                           | 1 106 |
|                                     |                                    |                | 1 мес.                   | 1 | <i>S. dysgalactiae</i>                                         | 451   |
|                                     | Коровы 3-й<br>лактации<br>85 голов | Субклиническая | 2 мес.                   | 2 | <i>S. hyicus</i> ,<br><i>S. aureus</i> ,<br><i>E. coli</i>     | 441   |
|                                     |                                    |                | 3 мес.                   | 2 | <i>S. hyicus</i> ,<br><i>E. coli</i>                           | 398   |
|                                     |                                    |                | 4 мес.                   | 1 | <i>S. dysgalactiae</i>                                         | 356   |
|                                     |                                    |                | 5 мес.                   | 1 | <i>S. haemolyticus</i>                                         | 378   |
|                                     |                                    |                | 3 мес.                   | 1 | <i>S. hyicus</i>                                               | 671   |
|                                     |                                    | Клиническая    | 4 мес.                   | 1 | <i>S. agalactiae</i> ,<br><i>S. hyicus</i>                     | 704   |
|                                     |                                    |                | 6 мес.                   | 1 | <i>S. epidermidis</i> ,<br><i>S. haemolyticus</i>              | 631   |
|                                     |                                    |                | 8 мес.                   | 1 | <i>S. aureus</i> ,<br><i>E. coli</i>                           | 653   |

Вакцина в форме эмульсии (Россия) способствовала значимому снижению заболеваемости коров маститом в субклинической и клинической формах. Применение этого биопрепарата привело к выраженному снижению частоты выделения типичных возбудителей мастита из проб молока, что

указывает на формирование напряженного видоспецифического иммунитета против доминирующих в хозяйстве микроорганизмов.

Примечательно, что в этиологической структуре возникновения маститов после вакцинации доминирующее положение заняли *S. epidermidis* и *S. haemolyticus*, не включенные в антигенный состав ни одного из препаратов.

Проведенный анализ затрат на вакцинацию и учет надоя показал существенную экономическую выгоду применения вакцины в форме эмульсии (Россия), даже несмотря на незначительное выявление заболеваемости маститом среди вакцинированных животных.

Полученные экономические данные подтверждают, что, несмотря на затраты на вакцинацию, в целом опытные группы продемонстрировали более высокую рентабельность по сравнению с контрольной группой. Это обусловлено увеличением надоя молока и снижением затрат на лечение мастита.

Таким образом, вакцинация является экономически целесообразной стратегией для контроля мастита в молочном скотоводстве при условии правильного выбора вакцины и учета этиологической структуры заболевания в конкретном хозяйстве.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках тематики «Ветеринарное благополучие» Федерального центра охраны здоровья животных.

## FUNDING

The study was carried out within the framework of the topic "Veterinary Welfare" of the Federal Center for Animal Health.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Авдеевская Н.Н. Золотистый стафилококк — один из главных возбудителей мастита лактирующих коров. *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2020; (2): 245–249. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202002020>
- Андреева А.А., Евграфова В.А., Воронина М.С., Прунтова О.В., Шадрова Н.Б. Этиология и эпизоотология мастита коров (аналитический обзор). *Ветеринария сегодня*. 2024; 13(1): 27–35. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-27-35>

## REFERENCES

- Avduevskaya N.N. Staphylococcus aureus is one of the main pathogens of mastitis of lactating cows. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2020; (2): 245–249 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202002020>
- Andreeva A.A., Evgrafova V.A., Voronina M.S., Pruntova O.V., Shadrova N.B. Etiology and epizootology of bovine mastitis (analytical review). *Veterinary Science Today*. 2024; 13(1): 27–35. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-27-35>

3. Филатова А.В., Тшивале Б.М., Федотов С.В., Авдеенко В.С., Климов Н.Т. Инфекционный фактор в этиологии мастита у высокопродуктивных лактирующих коров. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2022; 58(4): 86–91.  
<https://doi.org/10.52368/2078-0109-2022-58-4-86-91>
4. Никитина М.В., Столбова О.А., Скосырских Л.Н. Изучение этиологических факторов мастита крупного рогатого скота. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (5): 197–200.  
<https://www.elibrary.ru/vhyiltw>
5. Алиев А.Ю., Карпущенко К.А. Альтернативное средство для лечения мастита у коров. *Аграрная наука*. 2023; 1(10): 30–33.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-30-33>
6. Зубарева В.Д., Соколова О.В., Бытов М.В., Кривоногова А.С., Вольская С.В. Альтернативные методы лечения мастита крупного рогатого скота: перспективы и ограничения (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2024; 13: 3: 203–213.  
<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-203-213>
7. Люсин Е.А. Критерии выбора антибактериальных препаратов при лечении мастита крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2021; (4S): 50–52.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-50-52>
8. Заболоцкая Т.В., Штауфен А.В., Волков М.Ю. Применение инновационных технологий в управлении инфекциями в животноводстве. *Техника и технологии в животноводстве*. 2024; 14(1): 33–38.  
<https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>
9. Botaro B.G. *et al.* Staphylococcus aureus intramammary infection affects milk yield and SCC of dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2015; 47(1): 61–66.  
<https://doi.org/10.1007/s11250-014-0683-5>
10. Tiwari J. *et al.* Trends in therapeutic and prevention strategies for management of bovine mastitis: An overview. *J Vaccines Vaccin*. 2013; 4(2).  
<https://doi.org/10.4172/2157-7560.1000176>
11. Wang W. *et al.* Prevalence and characterization of Staphylococcus aureus cultured from raw milk taken from dairy cows with mastitis in Beijing, China. *Frontiers in Microbiology*. 2018; 9.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01123>
12. Михайловская В.С., Юдина К.А., Жданова И.Н., Масленникова И.Л., Кузнецова М.В. *Escherichia coli* в спектре микробных культур, изолируемых от здоровых и больных маститом коров. *Симбиоз — Россия 2022. Сборник статей XIII Международной конференции ученых-биологов*. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2023; 132–137.  
<https://www.elibrary.ru/bdzmgj>
13. Скосырских Л.Н. Перспективы применения вакцин против мастита коров. *Вестник государственного аграрного университета Северного Зуралья*. 2013; (4): 57–60.  
<https://www.elibrary.ru/sdwozr>
14. Климова Л.А., Ряпосова М.В., Шкуратова И.А., Тарасенко М.Н., Тарасов М., Павлова Н.А. Опыт применения вакцины «Стартвак» в ООО «Некрасово-1» Свердловской области. *Ветеринария*. 2014; (9): 34–37.  
<https://www.elibrary.ru/slpkxh>
15. Dego O.K. Current status of antimicrobial resistance and prospect for new vaccines against major bacterial bovine mastitis pathogens. *In book: Animal Reproduction in Veterinary Medicine*. 2020: 1–28.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.94227>
16. Тыщенко К.А. и др. Профилактика мастита коров. *Сборник научных трудов КНЦЗВ*. 2023; 12: 2: 140–143.  
<https://doi.org/10.48612/sbornik-2023-2-28>
17. Czernomysy-Furowicz D. Herd-specific aut d-specific autovaccine and antibiotic treatment in elimination eattment in elimination of Staphylococcus aureus mastitis in dairy cattle. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2014; 38: 1–5.
18. Freick M. *et al.* Mastitis vaccination using a commercial polyvalent vaccine or a herd-specific Staphylococcus aureus vaccine. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*. 2016; 44(04): 219–229.  
<https://doi.org/10.15653/TPG-150912>
19. Буйлова И.А., Савкина М.В., Саяпина Л.В., Кривых М.А., Обухов Ю.И. Оценка современного состояния фармацевтической разработки противостафилококковых профилактических препаратов. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2024; 101: 4: 560–572.  
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-512>
3. Filatova A.V., Tshivale B.M., Fedotov S.V., Avdeenko V.S., Klimov N.T. Infectious factor in the etiology of mastitis in highly productive lactating cows. *Transactions of the educational establishment "Vitebsk the Order of "the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine"*. 2022; 58(4): 86–91 (in Russian).  
<https://doi.org/10.52368/2078-0109-2022-58-4-86-91>
4. Nikitina M.V., Stolbova O.A., Skosyrskikh L.N. Studies on the ethiological factors of cattle mastitis. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; (5): 197–200 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/vhyiltw>
5. Aliev A.Yu., Karpushchenko K.A. An alternative remedy for the treatment of mastit in cows. *Agrarian science*. 2023; (10): 30–33.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-30-33>
6. Zubareva V.D., Sokolova O.V., Bytov M.V., Krivonogova A.S., Volskaya S.V. Alternative methods of treating bovine mastitis: prospects and limitations (review). *Veterinary Science Today*. 2024; 13: 3: 203–213.  
<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-203-213>
7. Lyusin E.A. Criteria for the selection of antibacterial drugs in the treatment of bovine mastitis. *Agrarian science*. 2021; (4S): 50–52 (in Russian)  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-50-52>
8. Zabolotskaya T.V., Staufen A.V., Volkov M.Yu. Application of innovative technologies at infection's management in livestock. *Machinery and technologies in livestock*. 2024; 14(1): 33–38 (in Russian).  
<https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>
9. Botaro B.G. *et al.* Staphylococcus aureus intramammary infection affects milk yield and SCC of dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2015; 47(1): 61–66.  
<https://doi.org/10.1007/s11250-014-0683-5>
10. Tiwari J. *et al.* Trends in therapeutic and prevention strategies for management of bovine mastitis: An overview. *J Vaccines Vaccin*. 2013; 4(2).  
<https://doi.org/10.4172/2157-7560.1000176>
11. Wang W. *et al.* Prevalence and characterization of Staphylococcus aureus cultured from raw milk taken from dairy cows with mastitis in Beijing, China. *Frontiers in Microbiology*. 2018; 9.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01123>
12. Mihailovskaya V.S., Yudina K.A., Zhdanova I.N., Maslennikova I.L., Kuznetsova M.V. *Escherichia coli* in the spectrum of microbial cultures isolated from healthy cows and cows with mastitis. *Symbiosis — Russia 2022. Collection of articles of the XIII International Conference of Biologists*. Perm: Perm State National Research University. 2023; 132–137 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/bdzmgj>
13. Skosyrskikh L.N. Prospects for the use of vaccines against mastitis in cows. *Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University*. 2013; (4): 57–60 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/sdwozr>
14. Klimova L.A., Ryaposova M.V., Shkuratova I.A., Tarasenko M.N., Tarasov M., Pavlova N.A. Experience of "Startvac" use on LLC "Nekrasovo-1" against bovine mastitis, Sverdlovsk Region. *Veterinary medicine*. 2014; (9): 34–37.  
<https://www.elibrary.ru/slpkxh>
15. Dego O.K. Current status of antimicrobial resistance and prospect for new vaccines against major bacterial bovine mastitis pathogens. *In book: Animal Reproduction in Veterinary Medicine*. 2020: 1–28.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.94227>
16. Tyshchenko K.A. *et al.* Prevention of cow mastitis. *Collection of scientific papers of the KSCZV*. 2023; 12: 2: 140–143.  
<https://doi.org/10.48612/sbornik-2023-2-28>
17. Czernomysy-Furowicz D. Herd-specific aut d-specific autovaccine and antibiotic treatment in elimination eattment in elimination of Staphylococcus aureus mastitis in dairy cattle. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2014; 38: 1–5.
18. Freick M. *et al.* Mastitis vaccination using a commercial polyvalent vaccine or a herd-specific Staphylococcus aureus vaccine. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*. 2016; 44(04): 219–229.  
<https://doi.org/10.15653/TPG-150912>
19. Builova I.A., Savkina M.V., Sayapina L.V., Krivkyh M.A., Obukhov Yu.I. Assessment of the current state of pharmaceutical development of anti-staphylococcal prophylactic drugs. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. 2024; 101: 4: 560–572.  
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-512>

## ОБ АВТОРАХ

**Валерия Андреевна Евграфова<sup>1</sup>**

кандидат ветеринарных наук  
 evgrafova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3053-6976>

**Анна Андреевна Андреева<sup>1</sup>**

аспирант  
 andreeva\_aan@arriah.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-7681-3286>

**Василий Андреевич Курчевский<sup>1</sup>**

аспирант  
 kurchevskiy@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3053-6976>

**Маргарита Сергеевна Воронина<sup>1</sup>**

кандидат ветеринарных наук  
 voronina@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1531-004X>

**Ольга Владиславовна Прунтова<sup>1</sup>**

доктор биологических наук  
 pruntova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>

**Наталья Борисовна Шадрова<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук  
 shadrova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7510-1269>

**Роман Владимирович Яшин<sup>2</sup>**

главный технолог (производство вакцин),  
 кандидат биологических наук  
 iashin@tdvic.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1385-705X>

<sup>1</sup>Федеральный центр охраны здоровья животных,  
 Институтский городок, 33, мкр. Юрьевец, Владимир,  
 600901, Россия

<sup>2</sup>ООО «ГК ВИК»,  
 дер. Островцы, квартал 30137, стр. 681, г. о. Раменский,  
 Московская обл., 140125, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Valeria Andreevna Evgrafova<sup>1</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences  
 evgrafova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3053-6976>

**Anna Andreevna Andreeva<sup>1</sup>**

Graduate Student  
 andreeva\_aan@arriah.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-7681-3286>

**Vasily Andreevich Kurchevsky<sup>1</sup>**

Graduate Student  
 kurchevskiy@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3053-6976>

**Margarita Sergeevna Voronina<sup>1</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences  
 voronina@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1531-004X>

**Olga Vladislavovna Pruntova<sup>1</sup>**

Doctor of Biological Sciences  
 pruntova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>

**Natalya Borisovna Shadrova<sup>1</sup>**

Candidate of Biological Sciences  
 shadrova@arriah.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7510-1269>

**Roman Vladimirovich Yashin<sup>2</sup>**

Chief Technologist (Vaccine Production),  
 Candidate of Biological Sciences  
 iashin@tdvic.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1385-705X>

<sup>1</sup>Federal Centre for Animal Health,  
 33 Institutsky Gorodok, Yuryevets microdistrict, Vladimir,  
 600901, Russia

<sup>2</sup>"VIC Group of Companies" LLC,  
 30137 block, 681 building, Ostrovtsy village, Ramenskoye City  
 District, Moscow region, 140125, Russia

УДК 636.4.084.5.

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47

**В.В. Зайцев<sup>1</sup>**

**Н.В. Боголюбова<sup>2</sup>**

**В.П. Короткий<sup>3</sup>**

**Л.М. Зайцева<sup>1</sup>**

**К.А. Кичапов<sup>1</sup>**

**В.А. Рыжов<sup>3</sup> ✉**

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Самарская обл., Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия

<sup>3</sup>ООО Научно-технический центр «Химинвест», Нижний Новгород, Россия

✉ woodnn@yandex.ru

Поступила в редакцию: 07.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47

**Vladimir V. Zaitsev<sup>1</sup>**

**Nadezhda V. Bogolyubova<sup>2</sup>**

**Vasily P. Korotky<sup>3</sup>**

**Liliya M. Zaitseva<sup>1</sup>**

**Kirill A. Kichapov<sup>1</sup>**

**Viktor A. Ryzhov<sup>3</sup> ✉**

<sup>1</sup>Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

<sup>2</sup>L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Moscow region, Russia

<sup>3</sup>LLC Scientific and Technical Center "Khiminvest", Nizhny Novgorod, Russia

✉ woodnn@yandex.ru

Received by the editorial office: 07.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A.

## Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период

### РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния хвойно-энергетической добавки на основе биомассы леса на показатели антиоксидантной защиты молочных коров в транзитный период. В период после отела коровы часто испытывают дефицит энергии, что заставляет организм использовать жировые запасы. Этот процесс сопровождается повышением уровня перекиси липидов и активных форм кислорода, а также снижением количества антиоксидантов, что вызывает окислительный стресс. Включение в рацион коров хвойной энергетической добавки оказывает благоприятное влияние на антиоксидантную систему их организма. Это проявляется в увеличении концентрации водорастворимых антиоксидантов, церулоплазмينا и альбумина в сыворотке крови, а также в повышении активности глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы. Наряду с этим наблюдается снижение активности печеночных ферментов (АЛТ и АСТ) и содержания мочевины. Включение в рацион коров хвойно-энергетической добавки (ХЭД) способствует улучшению здоровья животных, повышая их антиоксидантную защиту и нормализуя белковый обмен. Это особенно важно в транзитный период, когда коровы подвержены окислительному стрессу.

**Ключевые слова:** хвойно-энергетическая добавка, коровы, окислительный стресс, антиоксиданты, белковый обмен

**Для цитирования:** Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А. Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 39–47. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>

## Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period

### ABSTRACT

The article presents the results of studies on the effect of a coniferous energy supplement based on forest biomass on the antioxidant protection indicators of dairy cows during the transition period. In the period after calving, cows often experience energy deficiency, which forces the body to use fat reserves. This process is accompanied by an increase in the level of lipid peroxides and reactive oxygen species, as well as a decrease in the amount of antioxidants. This results in oxidative stress. Inclusion of a coniferous energy supplement in the diet of cows has a beneficial effect on the antioxidant system of their body. This is manifested in an increase in the concentration of water-soluble antioxidants, ceruloplasmin and albumin in the blood serum, as well as an increase in the activity of glutathione peroxidase and superoxide dismutase. Along with this, a decrease in the activity of liver enzymes (ALT and AST) and urea content is observed. Feeding cows with a coniferous energy supplement (CES) improves the health of animals by increasing their antioxidant protection and normalizing protein metabolism. This is especially important during the transition period, when cows are subject to oxidative stress.

**Key words:** Pine-energy supplement, cows, oxidative stress, antioxidants, protein metabolism  
**For citation:** Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A. Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 39–47 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>

## Введение/Introduction

Наиболее значимым этапом в цикле лактации у дойных коров является так называемый переходный период, который продолжается шесть недель: три недели до отела и три недели после него. В это время организм животного претерпевает масштабные физиологические изменения, сопровождаемые существенными метаболическими и эндокринными перестройками, что связано с резко возросшими потребностями в питательных веществах для обеспечения лактации [1, 2].

В период перед родами и в течение нескольких недель после них молочные коровы особенно уязвимы из-за ослабленного иммунитета [3]. Именно в это время происходит большинство заболеваний, таких как мастит, метрит, кетоз и смещение сычуга. Наиболее опасный период с точки зрения здоровья — первые 10 дней после отела, когда риск инфекций и метаболических проблем максимален. Около 75% всех болезней у коров возникает в первый месяц лактации [4].

В переходный период, когда корова готовится к лактации, ее организм активно перестраивается. Эти физиологические изменения направлены на обеспечение будущего производства молока. Важно отметить, что незадолго до отела у коров снижается аппетит (уменьшается потребление сухого вещества корма), в то время как потребность в энергии и кальции, наоборот, возрастает [5]. В условиях повышенной потребности тканей в энергии, вызванной, например, началом лактации, усиливается потребление кислорода клетками. Это необходимо для производства достаточного количества энергии. Однако такой интенсивный расход энергии может привести к дефициту, известному как отрицательный энергетический баланс (ОЭБ) [6].

После родов у коров часто наступает период дефицита энергии, когда их организм не получает достаточно калорий из корма для производства молока. Чтобы компенсировать эту нехватку, коровы начинают использовать собственные запасы, в основном жир. Этот процесс может привести к избыточному образованию вредных веществ, таких как активные формы кислорода (АФК) и азота (АФА) [7]. Поскольку общее потребление корма снижается, животные получают меньше антиоксидантов, что усугубляет дисбаланс между АФК/АФА и антиоксидантами, приводя к окислительному стрессу [8].

В организме коровы антиоксиданты обычно поддерживают баланс между производством и нейтрализацией активных форм кислорода и азота (АФК/АФА). Эти соединения, образующиеся в процессе метаболизма, играют важную роль в клеточных процессах. Но при определенных условиях (болезни, интенсивные физиологические процессы) уровень АФК/АФА может значительно возрасти, превышая возможности антиоксидантной системы, что может приводить к повреждению клеток. Ключевым является поддержание равновесия между полезными и потенциально вредными эффектами АФК/АФА [8].

Когда в организме нарушается равновесие между образованием активных форм кислорода (АФК) и способностью организма к антиоксидантной защите, возникает окислительный (или нитрозативный) стресс. Это состояние, характеризующееся нарушением окислительно-восстановительного баланса, приводит к повреждению клеток и тканей, а также к сбоям в их работе.

В период отела у коров ферменты супероксиддисмутаза (СОД) и глутатионпероксидаза (ГП), являющиеся важными антиоксидантами, играют центральную роль в защите клеток от избытка АФК. СОД нейтрализует супероксидный радикал, превращая его в перекись водорода, которая затем обезвреживается ГП, превращаясь в воду. Повышенная активность СОД в день отела может указывать на усиление окислительного стресса, вызванного ослаблением антиоксидантной системы [9]. Содержание селена в организме напрямую влияет на активность глутатионпероксидазы. Селен важен не только как антиоксидант, но и для поддержания иммунитета, нормальной работы щитовидной железы и репродуктивной системы [10].

Переходный период от беременности к лактации — серьезное испытание для организма коровы. Потребность в энергии и питательных веществах для производства молозива и молока резко возрастает, превосходя запросы плода. Подготовка к лактации начинается заранее, в период сухостоя, когда молочная железа восстанавливается и готовится к новому циклу. Высокопродуктивные коровы особенно уязвимы в этот период, испытывая стресс из-за прекращения доения, дискомфорта в вымени, а также физиологического дисбаланса, который отражается на гормональном фоне, обмене веществ, уровне окислительного стресса и воспалительных процессах [11].

Окислительное повреждение можно предотвратить с помощью антиоксидантов, играющих в этом процессе важную роль [12]. Снижение уровня антиоксидантов у крупного рогатого скота в период перед отелом может приводить к окислительному стрессу [1].

Исследователи предлагали и испытывали разные подходы к предотвращению или уменьшению окислительного стресса у коров в переходный период [13], однако результаты применения антиоксидантов показали неоднозначность. В то время как в большинстве исследований наблюдалось улучшение здоровья и продуктивности, некоторые работы не подтвердили эти выводы, а в отдельных случаях даже обнаружили отрицательное воздействие [14].

Использование энергетических кормовых добавок с антиоксидантными свойствами для оптимизации обменных процессов и повышения антиоксидантного статуса является ключевым для коров и способствует улучшению их продуктивного здоровья.

*Цель исследования* — изучение воздействия хвойно-энергетической добавки на показатели антиоксидантной защиты и обмена белков у молочных коров в транзитный период.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Научно-производственный эксперимент проводили на молочно-товарной ферме СПК (колхоз) им. Калягина в Кинельском районе Самарской области с мая по июль 2024 года. В исследовании принимали участие две группы коров черно-пестрой породы ( $n = 5$ ), отобранных по возрасту, живой массе и молочной продуктивности. Для контрольной группы был разработан основной рацион, включающий сенаж многолетних трав, кукурузный силос, злаково-бобовое сено и комбикорм. Рацион состоял из 60% объемистых и 40% концентрированных кормов.

Для уменьшения окислительного стресса у коров в транзитный период использовалась хвойно-энергетическая добавка (ХЭД), производимая ООО НТЦ «Химинвест» (г. Нижний Новгород). Разница по содержанию ОЭ между контрольной и опытной группами составила 1,5 МДж ОЭ. Эта добавка состоит из смеси натуральных компонентов: глицерина, хвойного экстракта и активированного угля. Коровам опытной группы давали по 150 г добавки на голову в сутки, смешивая ее с комбикормом К-60 (состав: отруби пшеничные, ячмень, шрот подсолнечный, овес, соль поваренная, известняковая мука, монокальцийфосфат, сульфат натрия, адсорбент) и подавая однократно во время утреннего кормления — начиная за 20 дней до отела и продолжая в течение 90 дней после него.

Все эксперименты на животных были выполнены с соблюдением этических норм, соответствующих Директиве Европейского союза № 2010/63/ЕС<sup>1</sup> и принципам гуманного обращения с животными, изложенным в статье 4 Федерального закона РФ № 498-ФЗ<sup>2</sup>.

Для оценки антиоксидантного статуса у коров брали кровь в периоды сухостоя (за 3 недели до родов) и лактации (на 7-й, 14-й, 21-й и 90-й

дни после родов). В сыворотке крови определяли концентрацию ТБК-АП с использованием наборов «Агат-Мед» (Россия) и общую водорастворимую антиоксидантную активность (СБАА) амперометрическим методом на анализаторе «ЦветЯуза-01-АА» (Россия).

Для измерения уровней восстановленного глутатиона, супероксиддисмутазы и каталазы использовали иммуноферментный анализ (ИФА). Анализ проводили на фотометре Immunochem-2100 (США) с применением коммерческих наборов Elabscience (Китай).

Молочную продуктивность оценивали по еженедельно проведенным контрольным дойкам. Во время контрольных доек отбирали пробы молока для определения процента жира и белка по стандартным методикам. Были рассчитаны затраты концентратов на 1 кг произведенного молока.

Для определения статистической значимости различий между полученными числовыми данными использовали *t*-критерий Стьюдента, для интерпретации результатов — пороговые значения *p*-уровня:  $< 0,001$  (высокодостоверно),  $< 0,01$  и  $< 0,05$  (достоверно), от 0,05 до 0,1 (тенденция к достоверности) и  $> 0,1$  (недостоверно).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В рамках данного исследования, направленного на оценку антиоксидантного статуса коров в переходный период, определяли общее содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА), уровень церулоплазмина, концентрацию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), а также активность ферментов глутатионпероксидазы (ГП), супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (КАТ) (табл. 1).

Исходно (до родов) антиоксидантная активность сыворотки крови коров в обеих группах была одинаковой. Однако после отела ситуация изменилась:

Таблица 1. Антиоксидантный статус в организме опытных коров ( $n = 5$ ,  $M \pm m$ )

Table 1. Antioxidant status in cows ( $n = 5$ ,  $M \pm m$ )

| Показатель                                        | Группа      | Сутки до (-) и после (+) отела |                    |                   |                   |                      |
|---------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                                                   |             | -21                            | +7                 | +14               | +21               | +90                  |
| СКВА, мг/л                                        | контрольная | 14,20 $\pm$ 0,50               | 14,20 $\pm$ 1,20   | 14,60 $\pm$ 0,52  | 14,00 $\pm$ 0,60  | 12,00 $\pm$ 0,20     |
|                                                   | опытная     | 13,9 $\pm$ 0,70                | 15,0 $\pm$ 0,90    | 15,2 $\pm$ 0,23   | 15,4 $\pm$ 1,00   | 14,3 $\pm$ 0,30***   |
| Содержание церулоплазмина, мг/л                   | контрольная | 200,0 $\pm$ 10,30              | 235,0 $\pm$ 9,00   | 240,0 $\pm$ 10,00 | 242,0 $\pm$ 7,00  | 250,0 $\pm$ 8,00     |
|                                                   | опытная     | 202,0 $\pm$ 9,20               | 220,0 $\pm$ 8,30   | 238,0 $\pm$ 11,50 | 270,0 $\pm$ 8,30* | 282,0 $\pm$ 5,50**   |
| Содержание продуктов, реагирующих с ТБК-АП, мгМ/л | контрольная | 3,60 $\pm$ 0,11                | 4,17 $\pm$ 0,06    | 4,20 $\pm$ 0,06   | 4,24 $\pm$ 0,30   | 4,54 $\pm$ 0,20      |
|                                                   | опытная     | 3,57 $\pm$ 0,15                | 4,07 $\pm$ 0,40    | 4,00 $\pm$ 0,03*  | 4,02 $\pm$ 0,30   | 4,09 $\pm$ 0,40      |
| Активность СОД, Ед/мл                             | контрольная | 4,25 $\pm$ 0,20                | 4,80 $\pm$ 1,10    | 5,01 $\pm$ 0,85   | 5,10 $\pm$ 0,08   | 5,12 $\pm$ 0,13      |
|                                                   | опытная     | 4,12 $\pm$ 0,30                | 4,82 $\pm$ 0,90    | 5,20 $\pm$ 0,95   | 5,45 $\pm$ 0,13*  | 5,70 $\pm$ 0,10*     |
| Активность ГП, Ед/мл                              | контрольная | 120,00 $\pm$ 10,20             | 140,00 $\pm$ 10,00 | 143,00 $\pm$ 5,00 | 148,00 $\pm$ 5,00 | 138,00 $\pm$ 9,00    |
|                                                   | опытная     | 115,00 $\pm$ 9,40              | 142,00 $\pm$ 9,30  | 153,00 $\pm$ 7,00 | 160,00 $\pm$ 7,00 | 185,00 $\pm$ 11,00** |
| Активность КАТ, Ед/мл                             | контрольная | 6,80 $\pm$ 0,30                | 5,30 $\pm$ 1,00    | 5,00 $\pm$ 0,30   | 4,80 $\pm$ 0,20   | 4,50 $\pm$ 0,50      |
|                                                   | опытная     | 6,30 $\pm$ 0,50                | 5,40 $\pm$ 0,20    | 5,33 $\pm$ 0,10   | 5,30 $\pm$ 0,30   | 5,00 $\pm$ 0,20      |

Примечание: различия по сравнению с контролем статистически достоверны при \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ .

<sup>1</sup> Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>2</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

у коров, получавших хвойно-энергетический комплекс, наблюдали существенный рост концентрации суммарной антиоксидантной активности. К 90-му дню лактации разница между группами достигла 19,2% в пользу опытной группы ( $p < 0,001$ ), что явно указывает на положительное воздействие ХЭД на антиоксидантную систему.

Общий уровень водорастворимых антиоксидантов (СКВА) отражает суммарный вклад различных веществ в защиту организма от окислительного стресса. Этот показатель учитывает не только витамины и микроэлементы, но и аминокислоты, а также другие составляющие плазмы крови, обладающие антиоксидантными свойствами. Поэтому увеличение СКВА свидетельствует об усилении комплексной антиоксидантной обороны организма.

Использование кормовой добавки, содержащей биологически активные вещества, помогает уменьшить вредное воздействие активных форм кислорода (АФК), особенно в период отела, когда организм коровы испытывает физиологический стресс. Окислительный стресс, вызванный избытком АФК, может быть смягчен за счет повышения антиоксидантной емкости организма, что в свою очередь положительно сказывается на здоровье и продуктивности коров.

Церулоплазмин в крови является важным белком сыворотки, который выполняет ряд ключевых функций, включая транспорт меди и участие в антиоксидантной защите. Он проявляет супероксиддисмутазную активность, нейтрализуя супероксидные радикалы ( $O_2^{\cdot-}$ ). Его способность связывать ионы двухвалентного железа ( $Fe^{2+}$ ) и одновалентной меди ( $Cu^+$ ) особенно ценна, поскольку предотвращает их участие в реакции Фентона. Эта реакция является ключевым триггером перекисного окисления липидов (ПОЛ), разрушительного процесса, повреждающего клеточные мембраны и другие биомолекулы. Дефицит этого белка может приводить к усилению процессов ПОЛ и развитию различных патологий. [15].

Комплексная ХЭД положительно повлияла на антиоксидантную защиту коров. Исследования показали, что у коров, получавших эту добавку, уровень антиоксиданта в крови был значительно выше, чем у контрольной группы. Это наблюдалось на 21-й (на 11,6%,  $p < 0,05$ ) и 90-й (на 12,8%,  $p < 0,01$ ) дни после отела. Важно отметить, что положительное влияние добавки проявилось не сразу после отела, а спустя две недели, что, вероятно, связано с кумулятивным эффектом витаминов и других биологически активных веществ, входящих в состав алиментарного комплекса. Подобная динамика свидетельствует о постепенном насыщении организма полезными элементами, приводящем к устойчивому повышению антиоксидантного статуса.

Антиоксидантная активность добавки была подтверждена снижением уровня ТБК-АП. При интерпретации динамики этого показателя

необходимо учитывать его специфику в контексте других маркеров перекисного окисления липидов (ПОЛ). ТБК-АП отражает концентрацию высокореакционных соединений, обладающих широким спектром воздействия на клеточные компоненты. Современные исследования указывают на то, что эти соединения играют ключевую роль в развитии сложного многофакторного процесса, определяемого как эндогенная интоксикация. Снижение ТБК-АП свидетельствует о способности добавки уменьшать интенсивность окислительного стресса и, как следствие, потенциально ослаблять проявления эндогенной интоксикации [16].

В ходе исследования установлено, что у коров, которым давали экспериментальную добавку, уровень ТБК-АП в крови был стабильно ниже на 2,4–9,9% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой на протяжении всего периода наблюдения. Причем эта разница в показателях между группами увеличивалась по мере развития лактации. Данная динамика свидетельствует о наличии накопительного эффекта от входящих в состав добавки компонентов. Обнаруженная тенденция указывает на устойчивое положительное воздействие данной добавки на метаболизм животных. В экспериментальной группе наблюдалось существенное уменьшение перекисного окисления липидов по сравнению с контрольной группой. Вероятно, это обусловлено антиоксидантным действием использованной добавки, которая, по-видимому, защищает клеточные мембраны и снижает уровень окислительного стресса. Такой эффект может способствовать улучшению общего состояния здоровья животных, повышению их устойчивости к различным стрессовым факторам и поддержанию оптимальных физиологических функций.

Фермент супероксиддисмутазы (СОД) играет ключевую роль в противодействии окислительному стрессу, поскольку он присутствует в сыворотке крови и активно участвует в нейтрализации вредоносных супероксидных радикалов. СОД способствует превращению этих радикалов в менее агрессивные вещества, тем самым предотвращая повреждения клеток и обеспечивая стабильность внутриклеточной среды.

Исследования демонстрируют: добавление хвойных энергетических компонентов в рацион коров способствует повышению активности супероксиддисмутазы (СОД) после родов. В эксперименте спустя 21 день (и особенно через 90 дней) после отела у животных с включением ХЭД отмечено увеличение активности СОД на 6,9% и 11,3% соответственно, статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование ХЭД может быть полезным для усиления антиоксидантной системы коров во время лактации.

Изменения в активности глутатионпероксидазы (ГП) отражают состояние окислительного стресса в организме. Транзитный период, характеризующийся интенсивными физиологическими изменениями и повышенными энергетическими потребностями, часто сопровождается всплеском образования свободных радикалов. Этот процесс может стимулировать экспрессию ГП, приводя к повышению ее уровня в сыворотке крови в попытке компенсировать оксидативный дисбаланс.

Период за 21 день до отела является критическим для коров, характеризующимся значительным снижением антиоксидантной защиты, что отражается в падении уровня ГП. Послеродовой период сопровождается постепенным восстановлением уровня ГП, однако этот процесс происходит более эффективно у коров, получающих ХЭД. Начиная с 14-го дня после отела, у коров, получавших ХЭД, наблюдалось устойчивое и статистически значимое ( $p < 0,01$ ) увеличение уровня глюкозы в плазме крови. Максимальная разница с контрольной группой составила 34,0% на 90-й день. Этот факт свидетельствует о способности добавки снижать окислительный стресс и способствовать более быстрому восстановлению организма коров после родов.

Подобное воздействие, вероятно, обусловлено содержанием в ХЭД биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Эти компоненты могут непосредственно участвовать в нейтрализации свободных радикалов и поддерживать активность ферментных систем антиоксидантной защиты, таких как глутатионпероксидаза.

Динамика активности каталазы в сыворотке крови коров в транзитный период представляет собой важный индикатор их антиоксидантного статуса и адаптации к физиологическим изменениям, связанным с отелом. Снижение уровня КАТ после родов может свидетельствовать о временном увеличении окислительного стресса, вызванного метаболическими перестройками и воспалительными процессами.

Включение ХЭД в рацион коров опытной группы положительно сказалось на активности каталазы после родов. Это свидетельствует о том, что ХЭД помогает поддерживать и усиливать антиоксидантную защиту организма животных, что в свою очередь способствует снижению окислительного стресса в послеродовой период.

Устойчивое повышение уровня КАТ в опытной группе на 14-й, 21-й и 90-й дни после отела указывает на пролонгированный эффект ХЭД на антиоксидантную систему коров. Оптимизация уровня каталазы может позитивно влиять на здоровье, улучшая продуктивность и снижая риск послеродовых осложнений.

Оптимизация рациона в транзитный период и в начале лактации имеет решающее значение для поддержания положительного или по-

крайней мере сбалансированного белкового обмена. Необходимо тщательно подбирать корма, богатые высококачественным белком, и обеспечивать их достаточное потребление. Стратегии кормления должны быть направлены на предотвращение дефицита белка и минимизацию мобилизации собственных резервов коровы. Это включает в себя сбалансированное соотношение аминокислот в рационе и поддержание здоровья рубца для оптимального переваривания и усвоения белка.

Своевременное выявление и коррекция дисбаланса белка позволяют снизить риски развития метаболических нарушений и обеспечить высокую молочную продуктивность в течение всей лактации.

Белки плазмы крови выполняют широкий спектр жизненно важных функций, обеспечивая гомеостаз внутренней среды организма. Отклонения в концентрации общего белка могут указывать на различные физиологические нарушения, связанные с метаболическими процессами, питанием и общим состоянием здоровья животного.

В контексте молочного животноводства мониторинг уровня общего белка в крови коров является важным инструментом для оценки их физиологического состояния и адекватности рациона. Недостаточное потребление белка и его неэффективное усвоение могут привести к снижению концентрации общего белка, что негативно сказывается на продуктивности и репродуктивной функции.

С другой стороны, изменения в уровне общего белка могут быть обусловлены физиологическими факторами, такими как беременность и лактация. В период лактации потребность в белке возрастает для обеспечения синтеза молочного белка и других компонентов молока. Соответственно, поддержание оптимального уровня общего белка в крови коров имеет первостепенное значение для достижения высокой молочной продуктивности и сохранения здоровья животных [17].

Согласно результатам исследований, в сухостойный период уровень общего белка крови составил 74,3–76,7 г/л, а после отела претерпевал изменения в сторону увеличения (табл. 2).

Сопоставляя динамику изменений, можно заключить, что физиологические процессы в организме коров контрольной группы в предотельный и ранний послеотельный периоды характеризовались несколько иным метаболическим профилем. Вероятно, возросшие потребности организма в белке для поддержания лактации и общего физиологического состояния в начальный период после отела не были в достаточной мере удовлетворены в контрольной группе.

Различия в уровне общего белка в крови между группами в более поздние сроки после отела (14, 21 и 90 дней) свидетельствуют о пролонгированном влиянии испытуемой добавки на белковый обмен, что, возможно, указывает на улучшение

Таблица 2. Показатели белкового обмена опытных коров (n = 5, M ± m)

Table 2. Indicators of protein metabolism in experimental cows (n = 5, M ± m)

| Показатель       | Группа      | Сутки до(-) и после(+) отела |              |               |               |                |
|------------------|-------------|------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
|                  |             | -21                          | +7           | +14           | +21           | +90            |
| Общий белок, г/л | контрольная | 76,70 ± 0,16                 | 87,00 ± 2,49 | 84,10 ± 2,06  | 85,30 ± 1,98  | 82,30 ± 3,60   |
|                  | опытная     | 74,30 ± 0,22***              | 82,30 ± 3,24 | 88,90 ± 3,02  | 90,00 ± 2,50  | 84,30 ± 2,60   |
| Альбумин, г/л    | контрольная | 29,6 ± 0,73                  | 26,3 ± 1,28  | 25,36 ± 1,30  | 26,30 ± 1,60  | 23,60 ± 2,30   |
|                  | опытная     | 26,5 ± 0,82**                | 27,8 ± 1,55  | 29,35 ± 1,26* | 28,92 ± 1,98  | 27,80 ± 1,80   |
| АЛТ, МЕ/л        | контрольная | 36,80 ± 2,43                 | 35,20 ± 2,63 | 39,40 ± 1,98  | 39,22 ± 2,05  | 36,00 ± 1,30   |
|                  | опытная     | 39,30 ± 3,51                 | 33,96 ± 3,63 | 35,60 ± 2,06  | 33,00 ± 2,50  | 32,00 ± 1,20*  |
| АСТ, МЕ/л        | контрольная | 96,60 ± 8,91                 | 79,90 ± 7,69 | 89,00 ± 6,30  | 90,00 ± 6,50  | 88,00 ± 2,30   |
|                  | опытная     | 105,41 ± 8,68                | 71,76 ± 5,47 | 75,36 ± 2,36* | 72,30 ± 2,60* | 72,00 ± 3,60** |
| Мочевина, мм/л   | контрольная | 7,41 ± 0,41                  | 2,29 ± 0,20  | 3,00 ± 0,18   | 3,60 ± 0,39   | 3,00 ± 0,50    |
|                  | опытная     | 5,92 ± 0,35**                | 2,62 ± 0,28  | 2,36 ± 0,30   | 2,85 ± 0,36   | 2,20 ± 0,06    |

Примечание: различия по сравнению с контролем статистически достоверны при \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

общего метаболического состояния и здоровья животных.

В целом альбуминовый профиль крови коров оставался стабильным и соответствовал физиологической норме, однако динамика изменений четко дифференцировалась в зависимости от рациона питания в период сухостоя. Животные из контрольной группы показали тенденцию к снижению уровня альбуминов в сыворотке крови после отела, что может свидетельствовать о повышенном расходе белка для производства молозива и молока или о некотором уменьшении синтетической активности печени в ранний послеродовой период. В отличие от них, коровы, получавшие добавку в сухостойный период, продемонстрировали противоположную тенденцию.

Повышение уровня альбуминов после отела, особенно в первые две недели лактации, свидетельствует о поддержании достаточного уровня белкового питания и, возможно, о стимуляции синтеза альбуминов в печени благодаря компонентам добавки.

Данные различия подчеркивают важность сбалансированного рациона в период сухостоя для обеспечения оптимального метаболизма и поддержания высокой продуктивности коров в период лактации. Коррекция рациона позволяет не только избежать критического снижения уровня альбуминов, но и стимулировать его повышение, что положительно сказывается на общем состоянии здоровья и молочной продуктивности животных.

Процесс трансаминирования имеет важное значение для аминокислотного метаболизма, так как позволяет организму создавать заменимые аминокислоты, утилизировать азот и поддерживать энергетический баланс. Аминотрансферазы выступают в роли катализаторов, обеспечивая обратимость реакций и адаптацию к различным физиологическим потребностям [18]. Существенное повышение уровня этих ферментов может указывать на цитолиз, то есть на разрушение клеток печени, миокарда, почек или других тканей, в которых присутствуют эти ферменты [19].

Полученные результаты указывают на то, что добавление добавки в рацион коров во время

лактации оказывает гепатопротекторное воздействие, помогая уменьшить нагрузку на печень и улучшить ее функциональное состояние. Уменьшение активности АЛТ и АСТ в крови является важным показателем, указывающим на снижение цитолиза гепатоцитов и, следовательно, уменьшение повреждения печеночной ткани. Статистически значимое снижение активности АЛТ отмечали через 90 дней после отела — 11% (p < 0,05). Активность АСТ в опытной группе показала выраженное снижение: через 14 дней после отела она уменьшилась на 15,3% (p < 0,05), на 21-й день — на 19,7% (p < 0,05), а через 90 дней — на 18,2% (p < 0,01).

Несмотря на первоначальное повышение активности АЛТ и АСТ у сухостойных коров, получавших добавку, последующее снижение этих показателей в период лактации свидетельствует о постепенном проявлении гепатопротекторных свойств компонентов добавки и их положительном влиянии на метаболические процессы в печени.

Концентрация мочевины в крови жвачных животных является важным показателем эффективности переработки азота, содержащегося в кормах. Этот параметр позволяет оценить, насколько эффективно животные усваивают питательные вещества из пищи, что имеет большое значение для их кормления и здоровья. Высокий уровень мочевины сигнализирует о превышении синтеза аммиака в рубце над его утилизацией микроорганизмами, что приводит к потере азота и снижению эффективности кормления. Оптимальный уровень мочевины в крови свидетельствует о балансе между поступлением азота из корма и его использованием для синтеза микробного протеина, который впоследствии усваивается животным. Поддержание этого баланса критически важно для обеспечения высокой продуктивности и здоровья жвачных [20].

Наблюдали статистически значимое снижение концентрации мочевины в крови коров опытной группы по сравнению с контрольной. Данные изменения, зафиксированные на 14-е, 21-е и 90-е сутки после отела (снижение на 21,3%, 20,8% и

26,7% соответственно), указывают на улучшенную утилизацию аминокислот в процессе синтеза молока под воздействием компонентов исследуемой добавки.

Использование ХЭД помогает повысить антиоксидантную защиту и улучшить белковый обмен у коров, что в свою очередь благоприятно сказывается на их здоровье и удоях. На 30-й и 60-й дни эксперимента коровы из опытной группы продемонстрировали более высокую среднесуточную молочную продуктивность по сравнению с контрольной группой. Так, в контрольной группе среднесуточный удой составил 18 кг и 18,38 кг, а в опытной — 19,67 кг и 20,27 кг на 30-й и 60-й день опыта соответственно. Несмотря на различия в удое, показатели жирности (3,7%) и белка (2,88–3,01%) в молоке оставались на одном уровне в обеих группах.

В ходе исследования у коров опытной группы было отмечено статистически значимое снижение количества соматических клеток в молоке (при  $p < 0,05$ ). Применение кормовой добавки позволило снизить затраты питательных веществ на производство 1 кг молока (3,4% жирности), что подтверждает эффективность использования специализированных добавок в рационе коров. В опытной группе, получавшей добавку, расход концентратов уменьшился на 10,9% по сравнению с контрольной группой.

В период лактации у коров наблюдается повышение антиоксидантной защиты, особенно во второй половине. Однако с наступлением и развитием беременности уровень перекисного окисления липидов возрастает, сигнализируя о нарастании окислительного стресса. В этот период падает активность ферментов, отвечающих за антиоксидантную защиту организма, что негативно сказывается на здоровье животных [22].

Причинами ухудшения состояния коров авторы считают ослабление иммунитета и ускорение метаболизма из-за больших энергозатрат на производство молока. Кроме того, общее состояние коров в переходный период (между поздней беременностью и началом лактации) подвержено влиянию динамических изменений в липидном и белковом обмене.

Во время отела у коров возрастает потребность в кислороде, что ускоряет метаболизм жиров. Интенсивный обмен веществ может сказаться на работе антиоксидантной системы, играющей ключевую роль в поддержании здоровья и продуктивности животного. В первые недели после отела, когда корова испытывает дефицит энергии, происходит активное расщепление жиров. Это

сопровождается образованием вредных веществ, таких как перекиси липидов и активные формы кислорода, а также снижением уровня антиоксидантов, способных их обезвреживать. В результате возникает окислительный стресс [23].

Несбалансированное питание животных, бедное витаминами и антиоксидантами при избытке жиров, ослабляет их антиоксидантную систему. У первотелок это проявляется в повышенном уровне ТБК-активных веществ в крови (маркеры окислительного стресса и проблем с метаболизмом железа), а также в отклонениях активности церулоплазмينا и уровня аскорбиновой кислоты. Повышенный гемоглобин в крови может быть признаком адаптации, но низкий уровень кобальта вызывает опасения. Всё это говорит о необходимости пересмотра рациона с акцентом на снижение жиров и увеличение содержания клетчатки, кобальта и витаминов-антиоксидантов [24].

### Выводы/Conclusions

Данное исследование позволяет сделать заключение, что коровы в ранний послеродовой период испытывают энергетический дефицит и окислительный стресс из-за расщепления жиров и недостатка антиоксидантов.

Включение ХЭД в корм коровам перед родами оказало благоприятное воздействие на антиоксидантную систему и белковый метаболизм. Изменения выразились в увеличении общего количества водорастворимых антиоксидантов, а также важных белков, таких как церулоплазмин и альбумин. Кроме того, возросла активность ферментов глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы, что указывает на усиление защитных функций организма. Наблюдали усиление белкового обмена в организме коров при использовании ХЭД. Это в совокупности оказало положительное влияние на среднесуточный удой молока натуральной жирности и затраты комбикормов на 1 кг молока.

Включение ХЭД в рацион коров представляет перспективным способом усиления их антиоксидантного статуса и оптимизации белкового метаболизма. В переходный период, характеризующийся повышенным стрессом для животных, снижение окислительного стресса становится критически важным для поддержания их здоровья и продуктивности. Благодаря высокому содержанию натуральных антиоксидантов хвойная добавка помогает нейтрализовать свободные радикалы, укрепляет иммунитет и, как следствие, улучшает общее состояние и продуктивные показатели коров.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозова Л.А., Миколайчик И.Н., Морозов В.А., Булыгина Е.Н. Оптимизация энергетического питания у высокопродуктивных коров в транзитный период. *Вестник Курганской ГСХА*. 2019; (4): 30–34. <https://elibrary.ru/vbhjbe>
2. Барымова О.П., Барымов А.А. Использование энергетических кормовых добавок в кормлении коров в транзитный период. Агропромышленный комплекс: контуры будущего. *Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия. 2018; 2: 12–16. <https://elibrary.ru/xznbtv>
3. Фролов А.И., Филиппова О.Б., Милушев Р.К., Лобков В.Ю., Ярлыков Н.Г. Фитокомплекс с биоплексами микроэлементов в рационах коров транзитного периода. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2016; (4): 33–42. <https://elibrary.ru/xibrbj>
4. Haq Z. et al. Nutrition and Metabolic Diseases in Dairy Cattle — A Review. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2016; 8(12): 1154–1159
5. Овчаренко Э.В., Иванов А.А., Мазуров В.Н., Арланцева Е.Р. Физиологические факторы, лимитирующие потребление корма у молочных коров (обзор). *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2015; (1): 25–41. <https://elibrary.ru/trpxpf>
6. Konvičná J., Vargová M., Paulíková I., Kováč G., Kostecká Z. Oxidative stress and antioxidant status in dairy cows during prepartal and postpartal periods. *Acta Veterinaria Brno*. 2015; 84(2): 133–140. <https://doi.org/10.2754/avb201584020133>
7. Celi P., Gabai G. Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>
8. Ponnampalam E.N., Kiani A., Santhiravel S., Holman B.W.B., Lauridsen C., Dunshea F.R. The Importance of Dietary Antioxidants on Oxidative Stress, Meat and Milk Production, and Their Preservative Aspects in Farm Animals: Antioxidant Action, Animal Health, and Product Quality — Invited Review. *Animals*. 2022; 12(23): 3279. <https://doi.org/10.3390/ani12233279>
9. Sayiner S., Darbaz I., Ergene O., Aslan S. Changes in antioxidant enzyme activities and metabolic parameters in dairy cows during different reproductive periods. *Theriogenology*. 2021; 159: 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.10.024>
10. Zoidis E., Seremelis I., Kontopoulos N., Danezis G.P. Selenium-Dependent Antioxidant Enzymes: Actions and Properties of Selenoproteins. *Antioxidants*. 2018; 7(5): 66. <https://doi.org/10.3390/antiox7050066>
11. Putman A.K., Brown J.L., Gandy J.C., Wisnieski L., Sordillo L.M. Changes in biomarkers of nutrient metabolism, inflammation, and oxidative stress in dairy cows during the transition into the early dry period. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(10): 9350–9359. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14591>
12. Puvača N., Čabarkapa I., Bursić V., Petrović A., Ćimović M. Antimicrobial, Antioxidant and Acaricidal Properties of Tea Tree (*Melaleuca Alternifolia*). *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. 2018; 1(1): 29–38.
13. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants*. 2019; 8(1): 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>
14. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015; 99(6): 1003–1016. <https://doi.org/10.1111/jpn.12273>
15. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen T.E., Davis M.R. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurgery*. 2017; 37(2): 142–147. <https://doi.org/10.1002/micr.30053>
16. Понамарев В.С., Попова О.С. Влияние препарата «Гепатон» в сочетании с фитосорбционным комплексом на уровень эндогенной интоксикации. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020; (3): 124–125. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.3.124>
17. Тарасенко Е.И., Себежко О.И. Азотистый обмен у черно-пестрого скота Кузбасса. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024; (3): 267–276. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-267-276>
18. Игнатьева Н., Лаврентьев А. Новый подход в селекции. *Животноводство России*. 2017; (3): 35–36. <https://elibrary.ru/yjvlyz>

## REFERENCES

1. Morozova L.A., Mikolaychik I.N., Morozov V.A., Bulygina E.N. Energy nutrition optimization in high-productive cows in transition period. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2019; (4): 30–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/vbhjbe>
2. Barymova O.P., Barymov A.A. Use of energy feed additives in feeding cows during the transition period. *Agro-industrial complex: contours of the future. Proceedings of the IX International scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*. Kursk: Kursk State Agricultural Academy. 2018; 2: 12–16 (in Russian). <https://elibrary.ru/xznbtv>
3. Frolov A.I., Filippova O.B., Milushev R.K., Lobkov V.Yu., Yarlykov N.G. Phytocomplex with bioplexes of microelements in rations of cows of the transit period. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2016; (4): 33–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/xibrbj>
4. Haq Z. et al. Nutrition and Metabolic Diseases in Dairy Cattle — A Review. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2016; 8(12): 1154–1159
5. Ovcharenko E.V., Ivanov A.A., Mazurov V.N., Arlantseva E.R. Physiological factors limiting feed intake in dairy cows. *Problems of Productive Animal Biology*. 2015; (1): 25–41 (in Russian). <https://elibrary.ru/trpxpf>
6. Konvičná J., Vargová M., Paulíková I., Kováč G., Kostecká Z. Oxidative stress and antioxidant status in dairy cows during prepartal and postpartal periods. *Acta Veterinaria Brno*. 2015; 84(2): 133–140. <https://doi.org/10.2754/avb201584020133>
7. Celi P., Gabai G. Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>
8. Ponnampalam E.N., Kiani A., Santhiravel S., Holman B.W.B., Lauridsen C., Dunshea F.R. The Importance of Dietary Antioxidants on Oxidative Stress, Meat and Milk Production, and Their Preservative Aspects in Farm Animals: Antioxidant Action, Animal Health, and Product Quality — Invited Review. *Animals*. 2022; 12(23): 3279. <https://doi.org/10.3390/ani12233279>
9. Sayiner S., Darbaz I., Ergene O., Aslan S. Changes in antioxidant enzyme activities and metabolic parameters in dairy cows during different reproductive periods. *Theriogenology*. 2021; 159: 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.10.024>
10. Zoidis E., Seremelis I., Kontopoulos N., Danezis G.P. Selenium-Dependent Antioxidant Enzymes: Actions and Properties of Selenoproteins. *Antioxidants*. 2018; 7(5): 66. <https://doi.org/10.3390/antiox7050066>
11. Putman A.K., Brown J.L., Gandy J.C., Wisnieski L., Sordillo L.M. Changes in biomarkers of nutrient metabolism, inflammation, and oxidative stress in dairy cows during the transition into the early dry period. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(10): 9350–9359. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14591>
12. Puvača N., Čabarkapa I., Bursić V., Petrović A., Ćimović M. Antimicrobial, Antioxidant and Acaricidal Properties of Tea Tree (*Melaleuca Alternifolia*). *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. 2018; 1(1): 29–38.
13. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants*. 2019; 8(1): 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>
14. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015; 99(6): 1003–1016. <https://doi.org/10.1111/jpn.12273>
15. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen T.E., Davis M.R. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurgery*. 2017; 37(2): 142–147. <https://doi.org/10.1002/micr.30053>
16. Ponomarev V.S., Popova O.S. Effect of the “Gepaton” drug in combination with a phytosorption complex on the level of endogenic intoxication. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2020; (3): 124–125 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.3.124>
17. Tarasenko E.I., Sebezko O.I. Nitrogen metabolism in blackmoiled cattle of Kuzbass. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2024; (3): 267–276 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-267-276>
18. Ignatyeva N., Lavrentyev A. A new approach in selection. *Animal Husbandry of Russia*. 2017; (3): 35–36 (in Russian). <https://elibrary.ru/yjvlyz>

19. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Багиров В.А. Метаболический профиль коров при коррекции питания в конце сухостойного периода и начале лактации. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021; (1): 47–50. <https://doi.org/10.31857/S2500262721010117>
20. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Мишуров А.В., Короткий В.П., Рыжов В.А. Способ снижения энергетических дефицитов у новотельных коров. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2017; 53(3): 85–88. <https://elibrary.ru/zqwnwf>
21. Луцай В.И., Сибирцев В.Д., Неведов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2024; (9): 34–39. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>
22. Киреев И.В., Оробец В.А., Пьянов Б.В. Антиоксидантный статус высокопродуктивных коров в различные периоды эксплуатации. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2022; 252: 117–121. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_252\\_117](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_117)
23. Ланец О.В., Гринь В.А., Семененко М.П., Кузьмина Е.В. Фармакокоррекция метаболического и антиоксидантного профиля коров в ранний послетельный период. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2021; (3): 274–282. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-28>
24. Котович И.В., Позывайло О.П., Баран В.П., Ярошевич Т.М. Показатели липидного обмена, перекисидного окисления липидов и антиоксидантной системы крови коров-первотелок на начальном этапе лактации. *Вестник Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта ім. І.П. Шамякіна*. 2018; (2): 33–39. <https://elibrary.ru/xuxmlt>

## ОБ АВТОРАХ

### Владимир Владимирович Зайцев<sup>1</sup>

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биоэкологии и физиологии сельскохозяйственных животных  
Zaycev\_vv1964@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5085-82734>

### Надежда Владимировна Боголюбова<sup>2</sup>

доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных  
652202@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

### Василий Павлович Короткий<sup>3</sup>

директор  
himinvest@sandy.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9597-6836>

### Лилия Михайловна Зайцева<sup>1</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук  
lilyazaytseva75@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1996-5294>

### Кирилл Алексеевич Кичапов<sup>1</sup>

аспирант  
Metelev98@list.ru.

### Виктор Анатольевич Рыжов<sup>3</sup>

начальник отдела  
woodnn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8275-9915>

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, ул. Учебная, 2, Кинель, Самарская обл., 446442, Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, г. о. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

<sup>3</sup>ООО Научно-технический центр «Химинвест», Нижне-Волжская набережная, 6/1, Нижний Новгород, 603001, Россия

19. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Bagirov V.A. Metabolic Profile of Cows during Feeding Correction in the Late Dry Period and Early Lactation. *Russian Agricultural Sciences*. 2021; 47(2): 155–160. <https://doi.org/10.3103/S1068367421020026>

20. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Mishurov A.V., Korotky V.P., Ryzhov V.A. The method of minimizing energy deficits in newly-calved cows. *Scientific notes of the educational institution «Vitebsk Order of the Badge of Honor» State Academy of Veterinary Medicine*. 2017; 53(3): 85–88 (in Russian). <https://elibrary.ru/zqwnwf>

21. Lutsay V.I., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M., Rudenko P.A. Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology. *Agrarian science*. 2024; (9): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

22. Kireev I.V., Orobets V.A., Pyanov B.V. Antioxidant status of highly productive cows during different operation periods. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2022; 252: 117–121 (in Russian). [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_252\\_117](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_117)

23. Lanets O.V., Grin V.A., Semenenko M.P., Kuzminova E.V. Pharmacological correction of the metabolic and antioxidant profile of cows in the early post-calving period. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2021; (3): 274–282 (in Russian). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-28>

24. Kotovich I.V., Pozvyailo O.P., Baran V.P., Yaroshevich T.M. Index for lipid exchange, peroxide oxidation and antioxidant system of first-calf cows determined in their early lactation cycle. *Vestnik of Muzur State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin*. 2018; (2): 33–39 (in Russian). <https://elibrary.ru/xuxmlt>

## ABOUT THE AUTHORS

### Vladimir Vladimirovich Zaitsev<sup>1</sup>

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Bioecology and Physiology of Farm Animals  
Zaycev\_vv1964@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5085-82734>

### Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova<sup>2</sup>

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals  
652202@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

### Vasily Pavlovich Korotky<sup>3</sup>

Director  
himinvest@sandy.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9597-6836>

### Liliya Mikhailovna Zaitseva<sup>1</sup>

Candidate of Agricultural Sciences  
lilyazaytseva75@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1996-5294>

### Kirill Alekseevich Kichapov<sup>1</sup>

Graduate Student  
Metelev98@list.ru

### Viktor Anatolyevich Ryzhov<sup>3</sup>

Head of Department  
woodnn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8275-9915>

<sup>1</sup>Samara State Agrarian University, 2 Uchebnaya Str., Kinel, Samara Region, 446442, Russia

<sup>2</sup>L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

<sup>3</sup>LLC Scientific and Technical Center “Khiminvest”, 6/1 Nizhne-Volzhskaia naberezhnaya, Nizhny Novgorod, 603001, Russia

А.В. Мифтахутдинов ✉

А.С. Алешина

Южно-Уральский государственный  
аграрный университет, Троицк, Россия

✉ nirugavm@mail.ru

Поступила в редакцию: 24.03.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Мифтахутдинов А.В., Алешина А.С.

Alevtin V. Miftakhutdinov ✉

Anna S. Aleshina

South Ural State Agrarian  
University, Troitsk, Russia

✉ nirugavm@mail.ru

Received by the editorial office: 24.03.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Miftakhutdinov A.V., Aleshina A.S.

## Оценка качества мясной продукции при применении бутафосфансодержащего фармакологического средства СМ-комплекс

### РЕЗЮМЕ

Одним из способов повышения продуктивности цыплят является использование в качестве стимуляторов роста фармакологических средств разных групп. В числе наиболее используемых средств — витамины, аминокислоты, кормовые антибиотики, пробиотики, адсорбенты, органические кислоты. В работе проведены исследования, доказывающие способность разработанного бутафосфансодержащего фармакологического средства СМ-комплекс влиять на динамику роста цыплят-бройлеров и дана оценка этого воздействия на качество мясной продукции. При стандартном 39-суточном и длительном 56-суточном промышленном откорме цыплят-бройлеров действие СМ-комплекса повышает мясную продуктивность на 12,8% и 14,5% соответственно. В зависимости от половой принадлежности цыплят в 39-суточном возрасте влияние СМ-комплекса проявляется повышением массы тела у курочек на 19,3%, у петушков на 12,3%, в 56-суточном возрасте — на 12,9% и 18,5% соответственно, при этом индекс сбитости повышается на 13,8%, что указывает на формирование более крупного и крепкого телосложения у бройлеров. Применение СМ-комплекса позволяет повысить убойный выход на 4,7% и выход грудных мышц в среднем на 14,9%: у петушков на 6,2%, у курочек на 27,2%. Количество сухого вещества в белом мясе опытной группы повышается на 3,9% при убое в 39 суток и на 4,3% в 56-суточном возрасте. При 56-суточном откорме происходит накопление жировой ткани между мышечными волокнами и в подкожной клетчатке, что положительно сказывается на питательности и кулинарных свойствах получаемой мясной продукции. Такой длительный откорм рекомендуем для производства мясной «органической продукции» птицеводства.

**Ключевые слова:** бутафосфан, цыплята-бройлеры, СМ-комплекс, промеры, масса тела, длительный откорм

**Для цитирования:** Мифтахутдинов А.В., Алешина А.С. Оценка качества мясной продукции при применении бутафосфансодержащего фармакологического средства СМ-комплекс. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 48–56.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-48-56>

## Evaluation of the quality of meat products when using the butaphosphan-containing pharmacological agent SM-complex

### ABSTRACT

One of the ways to increase the productivity of chickens is to use different groups of pharmacological agents as growth stimulants. The most commonly used products include vitamins, amino acids, feed antibiotics, probiotics, adsorbents, and organic acids. The work carried out studies proving the ability of the developed butaphosphane-containing pharmacological agent CM-complex to influence the growth dynamics of broiler chickens and assess this effect on the quality of meat products. With standard 39-day and long-term 56-day industrial fattening of broiler chickens, the effect of the SM-complex increases meat productivity by 12.8% and 14.5%, respectively. Depending on the sex of the chickens, at 39 days of age, the effect of the SM-complex is manifested by an increase in body weight in hens by 19.3%, in cockerels by 12.3%; at the age of 56 days by 12.9% and 18.5%, respectively, while the lean body mass index increases by 13.8%, which indicates the formation of a larger and stronger physique in broilers. The use of the CM-complex makes it possible to increase the slaughter yield by 4.7% and the output of the pectoral muscles by an average of 14.9%: in roosters by 6.2%, in hens by 27.2%. The amount of dry matter in white meat of the experimental group increases by 3.9% when slaughtered at 39 days and by 4.3% at the age of 56 days. During 56-day fattening, there is an accumulation of fatty tissue between muscle fibers and in the subcutaneous tissue, which has a positive effect on the nutritional value and culinary properties of the resulting meat products. We recommend such long-term fattening for the production of meat "organic products" of poultry farming.

**Key words:** butaphosphan, broiler chickens, SM-complex, measurements, body weight, long-term fattening

**For citation:** Miftakhutdinov A.V., Aleshina A.S. Evaluation of the quality of meat products using the butaphosphan-containing pharmacological agent SM-complex. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 48–56 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-48-56>

## Введение/Introduction

В современных условиях развития птицеводства наряду с необходимостью увеличения производства стоят задачи повышения рентабельности, что требует применения ресурсосберегающих технологий при производстве продукции и снижения затрат [1]. Одним из способов дальнейшего повышения продуктивности цыплят является использование в качестве стимуляторов роста фармакологических средств разных групп. В числе наиболее часто используемых средств — витамины, аминокислоты, кормовые антибиотики, пробиотики, адсорбенты, органические кислоты [2–5].

Правильно подобранный вид биологически активной добавки и ее дозировка могут оказать положительное влияние на здоровье и продуктивность птиц [6–8]. Особого внимания заслуживают методы стимуляции роста цыплят в раннем возрасте, которые в настоящее время не ограничиваются применением фармакологических средств в первые сутки жизни цыплят, а включают даже методы пренатального введения препаратов в яйцо при инкубировании. Введенные таким образом питательные и биологически активные вещества в итоге улучшают пищевой статус цыплят, что приводит к большему потенциалу роста [9, 10].

Несмотря на актуальность вопроса стимуляции продуктивности в раннем возрасте для промышленного птицеводства, относительно небольшое число фармакологических препаратов позволяют добиться необходимого эффекта повышения эффективности откорма при применении на начальном периоде выращивания цыплят. С целью повышения эффективности откорма цыплят-бройлеров разработано фармакологическое средство СМ-комплекс. В качестве основного действующего вещества СМ-комплекс содержит бутафосфан.

Источники литературы и собственные скрининговые исследования позволяют предположить, что фармакологические средства, содержащие бутафосфан, обладают активностью, стимулирующей рост, и активизируют процессы развития цыплят, что позволяет использовать их при производстве мяса птицы [11, 12]. Бутафосфан представляет собой органическое фосфорсодержащее соединение. Согласно Европейскому агентству по оценке лекарственных средств, ветеринарных препаратов и информационным технологиям, значение  $LD_{50}$  для кур при внутримышечном введении составило 9974 мг/кг массы тела, что согласно отечественной классификации относится к малотоксичным веществам четвертого класса опасности<sup>1</sup>.

Точный механизм действия бутафосфана неизвестен. По данным литературных источников, бутафосфан участвует в ассимиляционных процессах в организме. Способствует стимуляции функции печени и синтеза белка, репарации нуклеиновых кислот (ДНК), нормализует цикл превращения АДФ в АТФ, стимулирует сократительную деятельность гладкой мускулатуры и функцию образования костной ткани, ускоряет рост и развитие животных и птиц.

Бутафосфан повышает содержание органических соединений фосфора в организме и неспецифическую резистентность организма. Нормализует уровень гормона стресса — кортизола, улучшая утилизацию глюкозы в крови и энергетический обмен. Бутафосфан не обладает тератогенной, канцерогенной и эмбриотоксичностью, не влияет на репродуктивную функцию животных. При внутривенном введении бутафосфан выделяется через 12 часов. Остаточное количество в животноводческой продукции не может оказать негативного воздействия на здоровье человека. Неизвестны какие-либо ограничения на использование бутафосфана в качестве фармацевтической субстанции [11–13].

В Российской Федерации фармацевтическая субстанция бутафосфан зарегистрирована 21.06.2012 под № 356-4-16.12-0798 ПВИ-2-16.12/03736, производитель Alivira Animal Health Ltd (Индия). Согласно Государственному реестру лекарственных средств для ветеринарного применения в настоящее время в качестве лекарственных препаратов зарегистрированы 7 бутафосфансодержащих ветеринарных препаратов, предназначенных в основном для профилактики послеродовых осложнений у крупного рогатого скота, для повышения резистентности у ослабленных животных и молодняка<sup>2</sup>.

Разработанный А.В. Мифтахудиновым, А.С. Алешиной (Митрохиной) *с соавт.* СМ-комплекс (SM-Complex) включает бутафосфан, янтарную кислоту, аскорбиновую кислоту, L-карнитин, глюкозу<sup>3</sup>.

*Цель работы* — изучить ростостимулирующую активность фармакологического средства СМ-комплекс при стандартном 39-суточном и длительном 56-суточном промышленном откорме цыплят-бройлеров.

Для реализации цели поставлен ряд задач: изучить влияние СМ-комплекса на мясную продуктивность цыплят-бройлеров, в том числе в зависимости от половой принадлежности; провести анатомическую разделку тушек и изучить

<sup>1</sup> Butafosfan. Summary report (1) / The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, Veterinary Medicine and Information Technology Unit, Committee for Veterinary Medicinal Products. 1999. — URL: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/mrl-report/butafosfan-summary-report-1-committee-veterinary-medicinal-products\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/mrl-report/butafosfan-summary-report-1-committee-veterinary-medicinal-products_en.pdf) (дата обращения: 16.10.2024). Текст электронный.

<sup>2</sup> Государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения [электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. — URL: <https://galen.vetrfr.ru/#/registry/substance/registry/108beda9-1ddd-42ee-8df8-778e23d1dc83> (дата обращения: 07.06.2025).

<sup>3</sup> Патент № 2588542 С1 Российская Федерация, МПК А61D 99/00, А61P 25/18, А61P 39/06. Способ профилактики стресса у цыплят мясного направления продуктивности при дебикировании: № 2015120197/13: заявл. 27.05.2015: опубл. 27.06.2016 / А.В. Мифтахудинов, А.А. Терман, Д.Е. Аносов и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ»).

основные индексы телосложения цыплят при использовании СМ-комплекса; определить химический состав грудных и бедренных мышц цыплят, дать оценку влияния СМ-комплекса на накопление сухого вещества, протеина и жира в мышцах.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены на промышленном птицеводческом предприятии «Аргаяшская птицефабрика» Челябинской области Российской Федерации в летний период на цыплятах-бройлерах кросса Hubbard F15 обоих полов в возрасте от рождения до 56 суток.

Анализ проведен при стандартном (38–39 суток) и длительном (56 суток) откорме. Содержание птицы осуществляли в птичниках с клеточным оборудованием.

Цыплята были разделены на две группы — по 65,3 тыс. голов. Поголовье первой группы служило контролем, цыплятам второй группы задавали СМ-комплекс в течение первых 7 суток жизни стандартным способом через систему медикаторов в дозе 240 мг на 1 кг массы тела цыплят.

В процессе эксперимента учитывали такие показатели, как живая масса, промеры, масса тушки после убоя, масса потрошенной тушки, масса анатомических частей тушки и масса внутренних органов, в соответствии с «Методикой проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы»<sup>4</sup>. Убой цыплят осуществляли согласно технологическому регламенту, принятому на предприятии на линии по убою и переработке птицы Stork (Голландия).

Все исследования на птицах, включая убой, проведены в процессе их промышленного выращивания в рамках существующего технологического цикла с учетом протоколов Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики<sup>5</sup>.

Для оценки массы различных частей тушки цыплят при анатомической разделке отбирали по 10 голов (5 петухов и 5 куриц) из каждой группы в 8-, 39- и 56-суточном возрасте.

Определение химического состава мяса проводили в межкафедральной лаборатории Южно-Уральского государственного аграрного университета.

Сохранность поголовья определяли на основании ежедневного учета павших цыплят. Показатели мясной продуктивности учитывали по убойному

выходу полупотрошенной тушки, соотношению в ней съедобной и несъедобной части<sup>6</sup>.

Химический состав мяса исследовали на содержание в нем влаги<sup>7</sup>, сырого протеина<sup>8</sup>, сырого жира<sup>9</sup>, золы<sup>10</sup>.

Средства измерения, в том числе весы, поверены.

Полученные результаты были обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа. Данные в таблицах представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm S_D$ ), статистические расчеты и построение графиков проведены в программе Statistica 12 (США).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Масса тела животного является показателем не только роста, но и косвенным показателем развития организма, так как масса, объем органов и тканей тесно связаны с их дифференциацией, морфологическими и функциональными изменениями.

В таблице 1 представлена динамика изменений массы тела цыплят-бройлеров в процессе откорма и убоя в 39- и 56-суточном возрасте в целом по всем цехам выращивания.

Масса тела цыплят на убой с учетом половой принадлежности представлена на рисунке 1.

Из данных таблицы 1 следует, что средняя живая масса цыплят в возрасте 8 суток больше, чем у цыплят контрольной группы, на 10,9% ( $p \leq 0,001$ ), что указывает на отсутствие прямой стимулирующей рост активности СМ-комплекса и даже на обратный эффект непосредственно сразу же после применения фармакологического средства. В 39-суточном возрасте наблюдается выраженное стимулирующее действие СМ-комплекса — масса тела 39-суточных цыплят опытной группы превосходит этот показатель в контрольной на 12,8% ( $p = 0,0530$ ), тенденция к увеличению живой массы во второй группе усилилась в 56-суточном возрасте на 14,5% ( $p = 0,0011$ ).

Таблица 1. Динамика живой массы цыплят, г ( $M \pm S_D$ )  
Table 1. Dynamics of live weight of chickens, g ( $M \pm S_D$ )

| Возраст цыплят, сут. | Контроль        | Опыт           |
|----------------------|-----------------|----------------|
| 8                    | 158,8 ± 3,3     | 141,4 ± 4,5*   |
|                      | $p \leq 0,0010$ |                |
| 39                   | 1646,4 ± 223,2  | 1857,2 ± 231,8 |
|                      | $p = 0,0530$    |                |
| 56                   | 2122,4 ± 179,1  | 2430,6 ± 76,3  |
|                      | $p = 0,0011$    |                |

<sup>4</sup> Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили, И.П. Салеева и др. // Под общей редакцией д-ра с.-х. наук, проф. В.С. Лукашенко и д-ра с.-х. наук, проф. А.Ш. Кавтарашвили. Сергиев Посад: ВНИТИП. 2015; 103.

<sup>5</sup> ГОСТ Р 53434-2009 Принципы надлежащей лабораторной практики. Введ. 01.01.2010. М.: Стандартинформ. 2009; IV: 11.

<sup>6</sup> Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили, И.П. Салеева и др. // Под общей редакцией д-ра с.-х. наук, проф. В.С. Лукашенко и д-ра с.-х. наук, проф. А.Ш. Кавтарашвили. Сергиев Посад: ВНИТИП. 2015; 103.

<sup>7</sup> ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. М.: Стандартинформ. 2018; 9.

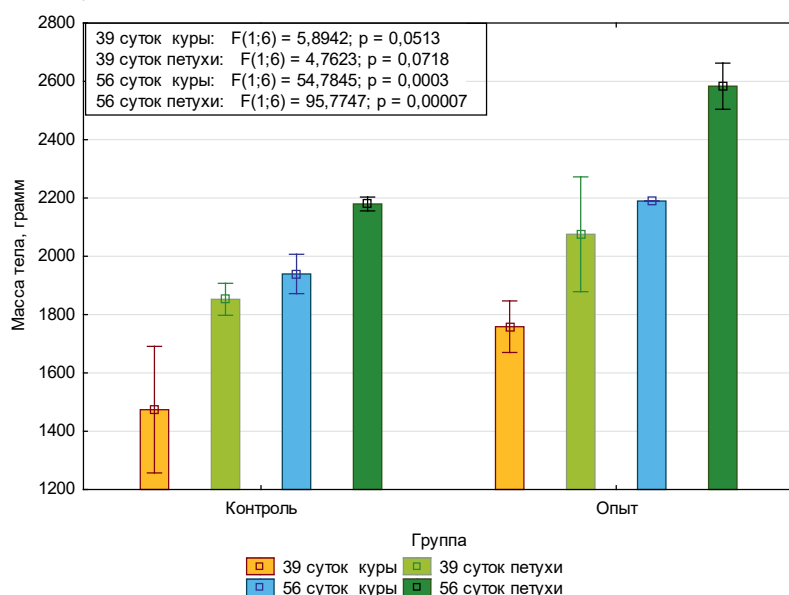
<sup>8</sup> ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Стандартинформ. 2018; 24.

<sup>9</sup> ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартинформ. 2019; 12.

<sup>10</sup> ГОСТ 31727-2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. М.: Стандартинформ. 2013; 12.

**Рис. 1.** Масса тела цыплят на убой с учетом половой принадлежности, г ( $M \pm S_D$ ,  $n = 10$ )

**Fig. 1.** Body weight of chickens at slaughter, taking into account gender, g ( $M \pm S_D$ ,  $n = 10$ )



Разность интенсивности роста между опытной и контрольной группами за период выращивания с 8 до 39 суток составила 6,9%, а с 8- до 56-суточного возраста — 5,6%. Разница относительно прироста опытной и контрольной групп составляет в период 39-дневного выращивания 6,9%, а 56-дневного — 5,9%. Среднесуточный прирост в опытной группе был выше, чем в контрольной, в период 8–39 суток на 7,4 г, 8–56 суток — на 6,9 г, 39–56 суток — на 6,1 г.

При анализе массы тела птиц в зависимости от половой принадлежности закономерным является более высокая масса тела у петухов по сравнению с курочками. В 39 суток у кур живая масса превосходит на 19,3% ( $p = 0,0513$ ), а у петухов отмечается статистическое равенство показателя ( $p = 0,0718$ ), несмотря на то что средняя масса у петухов опытной группы выше на 12,0%.

Необходимо отметить, что интенсивность роста петухов выше по сравнению с курочками, данный признак генетически обусловлен, и дальнейшая стимуляция роста петухов не так выражена по сравнению с курочками. Несмотря на это, в 56-суточном возрасте у курочек и петухов опытной группы отмечается статистически достоверная более высокая масса тела: разница у курочек составляет 12,9% ( $p = 0,0003$ ), а у петухов — 18,5% ( $p < 0,0001$ ).

Одним из значимых показателей, характеризующих напряженность процесса роста бройлеров в определенный промежуток времени, является относительная скорость роста. Данный показатель характеризует интенсивность роста птицы в данный период. На протяжении всего срока содержания цыплят-бройлеров прослеживается преобладание опытной группы над контрольной по увеличению прироста живой массы, что доказывает стимулирующее воздействие

СМ-комплекса на рост и развитие организма птицы.

С целью изучения влияния СМ-комплекса на развитие тех или иных групп мышц птицы провели анатомическую разделку тушек (результаты представлены в табл. 2–5).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при убойе 39-суточных цыплят-бройлеров опытной группы масса анатомических частей тушки превосходит соответствующие значения у контрольной группы (табл. 3) — как в общем по поголовью, так и отдельно у курочек и петухов. Так, масса потрошеной тушки опытных цыплят превосходит данный показатель контроля в целом по поголовью на 17,1%: у петухов — на 19,2%, у курочек — на 21,7%.

Превосходство массы грудных мышц у опытного поголовья над контрольным составляет 14,9%: у петухов — на 6,2%, у курочек — на 27,2%. Масса бедра опытной группы выше контрольной на 27,2% в среднем по поголовью: на 30,4% — у петухов, на 22,7% — у курочек. Масса голени у опытного поголовья выше контрольного на 35,3%: у опытных петухов — на 15,1%, у опытных курочек — на 61,1%. Масса крыла в опытной группе превышает контроль на 16,9% в среднем по поголовью: на 12,0% — у петухов, на 23,0% — у курочек.

Полученные результаты согласуются с ранее проведенными исследованиями бутафосфансодержащего препарата «Бутафан», в котором под

**Таблица 2.** Абсолютная масса различных частей тушки цыплят-бройлеров при убойе в 39 суток без разделения по полу, г ( $M \pm S_D$ ,  $n = 10$ )

**Table 2.** Absolute weight of different parts of broiler chicken carcasses at slaughter at 39 days without separation by sex, g ( $M \pm S_D$ ,  $n = 10$ )

| Показатель                   | Группы         |                |
|------------------------------|----------------|----------------|
|                              | контроль       | опыт           |
| Предубойная масса, г         | 1663,3 ± 249,8 | 1917,0 ± 220,6 |
|                              | $p = 0,0492$   |                |
| Масса непотрошеной тушки, г  | 1465,8 ± 244,8 | 1738,5 ± 240,4 |
|                              | $p = 0,0412$   |                |
| Масса потрошеной тушки, г    | 1201,3 ± 235,5 | 1449,8 ± 256,3 |
|                              | $p = 0,0630$   |                |
| Масса абдоминального жира, г | 16,3 ± 8,1     | 22,3 ± 8,5     |
|                              | $p = 0,1716$   |                |
| Масса грудных мышц, г        | 297,0 ± 67,7   | 341,3 ± 33,9   |
|                              | $p = 0,1206$   |                |
| Масса бедра, г               | 191,3 ± 64,6   | 243,3 ± 64,1   |
|                              | $p = 0,1284$   |                |
| Масса голени, г              | 153,5 ± 29,7   | 207,8 ± 18,6   |
|                              | $p \leq 0,001$ |                |
| Масса крыльев, г             | 143,3 ± 17,5   | 167,5 ± 17,2   |
|                              | $p = 0,014$    |                |
| Убойный выход, %             | 72,2           | 75,6           |

**Таблица 3. Абсолютная масса различных частей тушки цыплят-бройлеров при убое в 39 суток в соответствии с половой принадлежностью, г ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

**Table 3. Absolute weight of various parts of the carcass of broiler chickens at slaughter at 39 days in accordance with gender, g ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

| Показатель                   | Петухи        |                | Курицы          |                |
|------------------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
|                              | контроль      | опыт           | контроль        | опыт           |
| Предубойная масса, г         | 1852,5 ± 54,9 | 2075,5 ± 196,9 | 1474,00 ± 217,1 | 1758,50 ± 88,3 |
|                              | $p = 0,0718$  |                | $p = 0,0513$    |                |
| Масса непотрошеной тушки, г  | 1646,5 ± 64,1 | 1913,0 ± 225,2 | 1285,0 ± 220,6  | 1564,0 ± 54,3  |
|                              | $p = 0,0631$  |                | $p = 0,0493$    |                |
| Масса потрошеной тушки, г    | 1361,5 ± 52,5 | 1622,5 ± 250,3 | 1041,0 ± 241,3  | 1277,0 ± 100,5 |
|                              | $p = 0,0892$  |                | $p = 0,1210$    |                |
| Масса абдоминального жира, г | 23,5 ± 1,1    | 30,0 ± 2,3     | 9,0 ± 3,5       | 14,5 ± 1,7     |
|                              | $p = 0,0041$  |                | $p = 0,0296$    |                |
| Масса грудных мышц, г        | 347,5 ± 31,8  | 369,0 ± 15,0   | 246,5 ± 53,7    | 313,5 ± 20,2   |
|                              | $p = 0,2667$  |                | $p = 0,0581$    |                |
| Масса бедра, г               | 232,0 ± 69,2  | 302,5 ± 6,3    | 150,5 ± 22,5    | 184,0 ± 13,9   |
|                              | $p = 0,0891$  |                | $p = 0,0444$    |                |
| Масса голени, г              | 172,0 ± 4,6   | 198,0 ± 18,5   | 135,0 ± 33,5    | 217,5 ± 14,4   |
|                              | $p = 0,0342$  |                | $p = 0,0040$    |                |
| Масса крыльев, г             | 158,5 ± 2,9   | 177,5 ± 13,3   | 128,0 ± 9,2     | 157,5 ± 15,6   |
|                              | $p = 0,0313$  |                | $p = 0,0173$    |                |
| Убойный выход, %             | 73,5          | 78,2           | 70,6            | 72,6           |

**Таблица 5. Абсолютная масса различных частей тушки цыплят-бройлеров при убое в 56 суток с учетом половой принадлежности, г ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

**Table 5. Absolute weight of various parts of the carcass of broiler chickens at slaughter at 56 days, taking into account gender, g ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

| Показатель                   | Петухи          |               | Курицы          |                |
|------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|
|                              | контроль        | опыт          | контроль        | опыт           |
| Предубойная масса, г         | 2179,5 ± 23,0   | 2583,5 ± 79,1 | 1939,50 ± 67,55 | 2189,50 ± 0,56 |
|                              | $p \leq 0,0010$ |               | $p \leq 0,0010$ |                |
| Масса непотрошеной тушки, г  | 1920,5 ± 62,9   | 2285,0 ± 38,1 | 1676,5 ± 84,9   | 1968,5 ± 6,3   |
|                              | $p \leq 0,0010$ |               | $p \leq 0,0010$ |                |
| Масса потрошеной тушки, г    | 1645,0 ± 79,6   | 2024,0 ± 58,9 | 1477,0 ± 93,5   | 1711,5 ± 13,3  |
|                              | $p \leq 0,0010$ |               | $p = 0,0025$    |                |
| Масса абдоминального жира, г | 38,5 ± 1,7      | 44,0 ± 1,2    | 21,5 ± 4,0      | 30,0 ± 2,3     |
|                              | $p = 0,0019$    |               | $p = 0,0107$    |                |
| Масса грудных мышц, г        | 444,0 ± 6,9     | 576,50 ± 36,4 | 394,0 ± 6,9     | 470,0 ± 30,0   |
|                              | $p \leq 0,0010$ |               | $p = 0,0026$    |                |
| Масса бедра, г               | 387,5 ± 23,6    | 477,5 ± 39,8  | 381,0 ± 23,1    | 413,5 ± 1,7    |
|                              | $p = 0,0081$    |               | $p = 0,0309$    |                |
| Масса голени, г              | 296,5 ± 34,1    | 364,5 ± 17,9  | 278,5 ± 20,2    | 297,5 ± 1,7    |
|                              | $p = 0,0123$    |               | $p = 0,1101$    |                |
| Масса крыльев, г             | 212,5 ± 2,9     | 262,0 ± 9,2   | 198,5 ± 17,9    | 222,5 ± 9,8    |
|                              | $p \leq 0,0010$ |               | $p = 0,0570$    |                |
| Убойный выход, %             | 75,5            | 78,3          | 76,2            | 78,2           |

действием происходит увеличение массы грудных мышц преимущественно на 2,01%, 5,77% — в зависимости от дозы препарата [14].

Кроме увеличения массы тех или иных групп мышц, СМ-комплекс оказал воздействие на жировые отложения, в частности изучено его влияние на количество абдоминального жира. Так, количество жира у контрольного поголовья меньше опытного на 36,9%. У петушков разница составила 27,7%, у курочек — 61,1%, что свидетельствует

**Таблица 4. Абсолютная масса различных частей тушки цыплят-бройлеров при убое в 56 суток без разделения по полу, г ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

**Table 4. Absolute weight of different parts of broiler chicken carcasses at slaughter at 56 days without separation by sex, g ( $M \pm S_p$ ,  $n = 10$ )**

| Показатель                   | Группы          |                |
|------------------------------|-----------------|----------------|
|                              | контроль        | опыт           |
| Предубойная масса, г         | 2059,5 ± 136,6  | 2386,5 ± 216,9 |
|                              | $p = 0,0028$    |                |
| Масса непотрошеной тушки, г  | 1798,5 ± 147,6  | 2126,7 ± 171,1 |
|                              | $p \leq 0,0010$ |                |
| Масса потрошеной тушки, г    | 1561,0 ± 120,6  | 1867,8 ± 171,6 |
|                              | $p \leq 0,0010$ |                |
| Масса абдоминального жира, г | 30,0 ± 9,5      | 37,0 ± 7,7     |
|                              | $p = 0,1279$    |                |
| Масса грудных мышц, г        | 419,0 ± 27,5    | 523,2 ± 64,8   |
|                              | $p \leq 0,001$  |                |
| Масса бедра, г               | 384,2 ± 21,9    | 445,5 ± 43,0   |
|                              | $p = 0,0030$    |                |
| Масса голени, г              | 287,5 ± 27,6    | 331,0 ± 37,7   |
|                              | $p = 0,0197$    |                |
| Масса крыльев, г             | 205,5 ± 14,0    | 242,2 ± 22,9   |
|                              | $p \leq 0,0100$ |                |
| Убойный выход, %             | 75,80           | 78,26          |

о лучшем усвоении корма птицей, получающей СМ-комплекс, и избытке энергии, получаемой с кормом.

Наибольший убойный выход наблюдается у опытной группы, в среднем он больше 75,0%, что превышает идентичный показатель контрольной группы на 4,72%. Разница между убойным выходом у петушков опытной и контрольной групп превышает 6,0%, у курочек — 2,8%.

При длительном (56-суточном) откорме предубойная масса птицы опытной группы выше, чем в контрольной (табл. 4) в целом по стаду, на 15,9%. При сравнении петушков этот показатель выше на 18,5%, а у курочек — на 12,9% (табл. 5). Опытное поголовье имеет значительное превосходство по массе потрошеной тушки. Разница составила 19,7% в общем по группам: среди петушков 23,04%, среди курочек 15,88%.

Масса абдоминального жира у опытных бройлеров превышает. Этот показатель выше у контрольной группы на 23,3%, при сравнении петушков разница составила 14,3%, у курочек — 39,5%. По массе грудных мышц контрольная группа уступает опытной на 24,9% в целом по стаду: на 29,8%

среди петушков, на 19,3% среди курочек. При сравнении бедер и голени замечено, что данные части тушки имеют большую массу у опытной группы, разница в целом составила 15–16%: у петушков — в среднем на 23,0%, у курочек — на 6,5–8,5%. Крылья имеют наибольшую массу у опытного поголовья, разница превысила 17,0%: на 23,0% у петушков, на 12,0% у курочек. Величина убойного выхода по поголовью опытной группы составила 78,2–78,3%, что, как и при убое в

39-суточном возрасте, превышает показатели контрольной группы на 2,7–3,8%.

Ввиду вышеизложенного можно сделать заключение, что применение СМ-комплекса на основе бутафосфана эффективно отражается как на массе тушки в целом, так и на массе ее частей, используемых в качестве полуфабрикатов. Преобладающие значения наблюдаются как в целом по стаду, так и при оценке показателей отдельно по половой принадлежности.

Результаты анализа химического состава мяса цыплят представлены в таблицах 6, 7 и на рисунке 2.

Из таблицы 6 следует, что количество сухого вещества в белом мясе опытной группы превышает контроль на 3,9% при убойе в 39 суток, на 4,3% — в 56-суточном возрасте. Такая же тенденция наблюдается в содержании сырого жира — 30,3% и 45,2% (соответственно, в 39 и 56 дней). Количество минеральных веществ, составляющих сырую золу, значимой разницы между контрольной и опытной группами не имеет.

В таблице 7 представлен химический состав бедренных мышц цыплят, откуда следует, что содержание сырого протеина в белом мясе цыплят опытной группы превышает его количество в контрольной на 4,4% при убойе на 39-й день выращивания, на 6,3% — на 56-й день.

В графике (рис. 2) наблюдается резкое снижение протеина (на 3,6%) в грудных мышцах цыплят контрольной группы при продолжительном откорме до 56 суток, в опытной же группе аналогичное снижение отмечается на уровне 1,5%, что указывает на целесообразность стимуляции продуктивности путем применения СМ-комплекса при длительном откорме цыплят.

Результаты таблицы 7 характеризуют питательную ценность красного мяса птиц. Количество сухого вещества в 39-суточном возрасте не имеет достоверно значимых различий между

Таблица 6. Химический состав грудных мышц цыплят-бройлеров,  $M \pm S_p$

Table 6. Chemical composition of breast muscles of broiler chickens,  $M \pm S_p$

| Показатель                | Возраст      |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                           | 39 суток     |              | 56 суток     |              |
|                           | контроль     | опыт         | контроль     | опыт         |
| Сухое вещество, г / 100 г | 23,49 ± 0,24 | 24,40 ± 0,47 | 23,97 ± 0,30 | 25,00 ± 0,24 |
|                           | p = 0,048    |              | p ≤ 0,001    |              |
| Сырой протеин, г / 100 г  | 23,17 ± 0,22 | 24,13 ± 0,23 | 22,36 ± 1,25 | 23,77 ± 0,23 |
|                           | p ≤ 0,001    |              | p = 0,0380   |              |
| Сырой жир, г / 100 г      | 0,33 ± 0,02  | 0,43 ± 0,01  | 0,31 ± 0,03  | 0,45 ± 0,03  |
|                           | p ≤ 0,001    |              | p ≤ 0,001    |              |
| Сырая зола, г / 100 г     | 1,22 ± 0,02  | 1,20 ± 0,03  | 1,21 ± 0,03  | 1,20 ± 0,04  |
|                           | p = 0,2740   |              | p = 0,6938   |              |

Таблица 7. Химический состав бедренных мышц цыплят-бройлеров,  $M \pm S_p$

Table 7. Chemical composition of thigh muscles of broiler chickens,  $M \pm S_p$

| Показатель                | Возраст      |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                           | 39 суток     |              | 56 суток     |              |
|                           | контроль     | опыт         | контроль     | опыт         |
| Сухое вещество, г / 100 г | 22,23 ± 0,41 | 22,40 ± 0,41 | 23,31 ± 0,30 | 24,16 ± 0,29 |
|                           | p = 0,5268   |              | p = 0,0017   |              |
| Сырой протеин, г / 100 г  | 19,55 ± 0,33 | 19,68 ± 0,26 | 19,38 ± 0,17 | 19,03 ± 0,22 |
|                           | p = 0,5053   |              | p = 0,0205   |              |
| Сырой жир, г / 100 г      | 1,01 ± 0,02  | 1,78 ± 0,02  | 1,71 ± 0,03  | 2,45 ± 0,04  |
|                           | p ≤ 0,001    |              | p ≤ 0,001    |              |
| Сырая зола, г / 100 г     | 1,12 ± 0,04  | 1,16 ± 0,04  | 1,15 ± 0,04  | 1,12 ± 0,02  |
|                           | p = 0,1324   |              | p = 0,1767   |              |

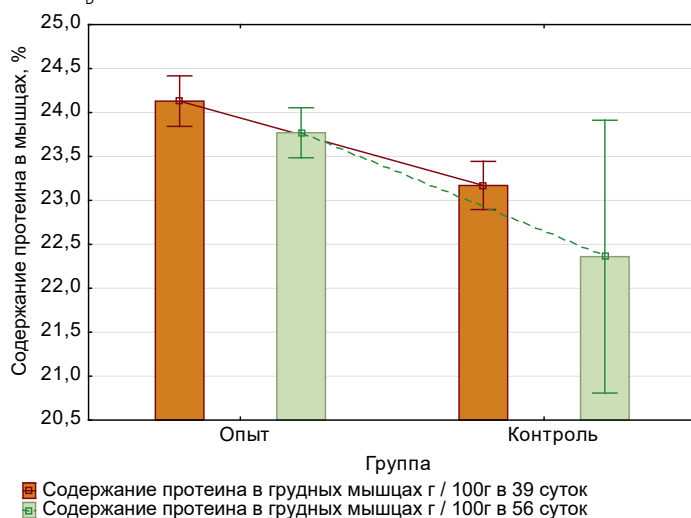
контрольной и опытной группами. При убойе на 56-е сутки жизни наблюдается увеличение его содержания, разница между группами составляет 3,7%.

Сырой протеин мяса птицы контрольного и опытного поголовья при убойе в возрасте 39 дней находится на одном уровне. К 56-м суткам наблюдается резкое снижение его содержания за счет увеличения процентного содержания сырого жира как у опытных, так и у контрольных цыплят — это закономерный физиологический процесс. При этом массовая доля сырого жира в опытной группе на 43,3% выше, чем в контрольной, что указывает на более высокую энергетическую питательную и кулинарную ценность красного мяса, полученного с использованием СМ-комплекса. Содержание минеральных веществ в красном мясе не имеет достоверной разницы между группами и сроками убоя.

Результаты собственных исследований, проведенных на ремонтном молодняке в племенных репродукторах, указывают на высокую стимулирующую активность СМ-комплекса в более позднем, чем стандартный убой (38–42 суток), возрасте [15, 16]. Согласно рекомендациям У.И. Кундрюковой, с целью повышения биологической ценности мышечной ткани цыплят-бройлеров необходимо

Рис. 2. Содержание сырого протеина в грудных мышцах цыплят-бройлеров,  $M \pm S_p$

Fig. 2. Crude protein content in breast muscles of broiler chickens,  $M \pm S_p$



увеличить срок откорма цыплят до 56-суточного возраста [17, 18].

Данные согласуются с ранее проведенными исследованиями бутафосфансодержащих фармакологических средств, где отмечено, что добавление кормовой добавки «Бутофан» в рацион цыплят-бройлеров в эксперименте не оказывает негативного влияния на органолептические, физико-химические и микробиологические характеристики мяса. В то же время мясо, полученное при использовании данной добавки, обладает повышенной питательной ценностью и содержит меньшее количество воды (на 0,28–0,45%), а также большее количество белка (на 1,11–4,33%) и жира (на 8,11–14,21%) [12].

Кормовые добавки на основе бутафосфана в рационах цыплят-бройлеров положительно влияют на рост и развитие птицы. Препарат «Бутамакс 200» способствовал увеличению среднесуточного и абсолютного прироста на 23,4%, убойного выхода тушки — на 3,97%, активизации обменных процессов, а также снижению затрат корма — на 23,41% [19]. Кормовая добавка «Бутофан ОР» при включении в рацион птицы в различные возрастные периоды положительно влияла на их рост, развитие и продуктивность. Так, среди бройлеров недельного возраста, которым применяли «Бутофан ОР» в дозе 1,5–2 мл на 1 л питьевой воды в течение 5 дней, по сравнению с контрольными особями среднесуточный прирост массы тела увеличивался на 5–9% при снижении затрат кормов. За весь период эксперимента бройлеры опытных групп превосходили таковых контрольной группы по показателю абсолютного прироста массы тела на 5,3–9,1% [12]. Аналогичные результаты получены при использовании иммуностимулирующей кормовой добавки «Бутофан» [14].

Преимущества разработанного в данном исследовании способа стимуляции продуктивности цыплят и интенсификации мясного птицеводства — его безопасность для потребителя продукции и экономическая эффективность.

Первый аспект связан с тем, что фармакологические средства вводятся в организм цыплят в первые 7 суток жизни, и с учетом периода полувыведения, не превышающего 300 часов к периоду убоя, остаточные количества в продукции

гарантированно отсутствуют, что позволяет использовать данный способ не только при традиционных методах промышленного выращивания цыплят-бройлеров, но и с целью получения «органической продукции» птицеводства.

Второй аспект базируется на том, что стимуляция проводится в раннем возрасте, а дозирование и реализуемый фармакологический эффект связаны с массой тела цыплят, что с учетом относительно небольшой массы цыплят позволяет использовать низкие дозы и добиться экономической эффективности на уровне 6,64–9,68 рубля на каждый вложенный рубль затрат.

Учитывая стимулирующую рост активность СМ-комплекса в период после его полного выведения из организма, можно рекомендовать его для производства органической продукции птицеводства. По данным У.И. Кундрюковой, Л.И. Дроздовой (2021 г.), гистологическая и ультрамикроскопическая структура скелетной мускулатуры бедренной и грудной мышечной ткани цыплят-бройлеров имеет отличительные особенности и характеризуется незавершенной дифференцировкой мышечной ткани у цыплят-бройлеров к концу технологического цикла (39 суток), в отличие от цыплят-бройлеров 56-суточного возраста [17].

### Выводы/Conclusions

При стандартном (39-суточном) и длительном (56-суточном) промышленном откорме цыплят-бройлеров действие СМ-комплекса повышает мясную продуктивность на 12,8% и 14,5% соответственно. В зависимости от половой принадлежности цыплят в 39-суточном возрасте влияние СМ-комплекса проявляется повышением массы тела у курочек на 19,3%, у петушков на 12,3%, в 56-суточном возрасте — на 12,9% и 18,5% соответственно, при этом индекс сбитости повышается на 13,8%, что указывает на формирование более крупного и крепкого телосложения у бройлеров.

Применение СМ-комплекса позволяет повысить убойный выход на 4,7% и выход грудных мышц в среднем на 14,9%: у петушков — на 6,2%, у курочек — на 27,2%. Количество сухого вещества в белом мясе опытной группы повышается на 3,9% при убое в 39 суток, на 4,3% — в 56-суточном возрасте.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неверова О.П. и др. Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; (11): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
2. Boysinova N., Ibragimov F., Yunusov Kh., Achilov O., Rasulov U. The effectiveness of using probiotics, their effect on growth and chemical composition of broiler chicken meat. *III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024). Conference Proceedings*. Les Ulis, 2024; 95: 1013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501013>

### REFERENCES

1. Neverova O.P. et al. Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; (11): 70–75 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
2. Boysinova N., Ibragimov F., Yunusov Kh., Achilov O., Rasulov U. The effectiveness of using probiotics, their effect on growth and chemical composition of broiler chicken meat. *III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024). Conference Proceedings*. Les Ulis, 2024; 95: 1013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501013>

3. Semenenko M., Kuzminova E., Osepchuk D., Semenenko K., Svistunov A. New integrated system for raising poultry as a factor of increasing its productivity and metabolic status. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2023)*. EDP Sciences, 2024; 01061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248401061>
4. Nasimov Sh., Mamatova Z., Sattorov Ja., Safarov X., Azimova D. Effect of the use of a probiotic "Innoprovect" on the growth parameters of broiler chickens (Uzbekistan). *III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024)*. Conference Proceedings. Les Ulis, 2024; 1035. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501035>
5. Горелик О.В., Ребезов М.Б., Долматова И.А. Научные подходы к кормлению сельскохозяйственной птицы. *За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 2-й Всероссийской молодежной научной конференции*. Курск, 2021; 4: 63–66. <https://www.elibrary.ru/wuknhp>
6. Кочиш И.И., Мясникова О.В., Мотин М.С. Влияние кормовых добавок отечественного производства на здоровье кишечника кур. *Аграрная наука*. 2024; (12): 58–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63>
7. Сабирзянова Л.И., Лунегов А.М., Коновалова Г.В., Токарь В.В. L-карнитин: применение в животноводстве (обзор литературы). *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2023; (1): 25–31. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-1-25-31>
8. Бекшенова А.М., Александрова С.С., Логинов С.В. Эффективность применения препарата, регулирующего обмен веществ при выращивании цыплят бройлеров. *Аграрный вестник Урала*. 2025; 25(4): 576–585. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-04-576-585>
9. Долгорукова А.М., Титов В.Ю., Фисинин В.И., Зотов А.А. Пренатальное питание домашней птицы и его постнатальные эффекты (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(6): 1061–1072. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1061rus>
10. Zhu Y., Li S., Duan Y., Ren Z., Yang X., Yang X. Effects of *in ovo* feeding of vitamin C on post-hatch performance, immune status and DNA methylation-related gene expression in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 2020; 124(9): 903–911. <https://doi.org/10.1017/S000711452000210X>
11. Алешина А.С., Царева О.Ю., Мифтахутдинов А.В. Морфологические изменения отдельных органов и тканей организма крыс при субхроническом воздействии СМ-комплекса. *АПК России*. 2024; 31(4): 562–568. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2024-31-4-562-568>
12. Кашковская Л.М., Жукова Н.Н., Сафарова М.И., Сазонов А.А., Новикова С.В. «Бутофан ОР» в рационах сельскохозяйственной птицы. *Ветеринария*. 2018; (4): 40–45. <https://www.elibrary.ru/tivgnm>
13. Deniz A., Aksoy K. Use of organic phosphorous butafosfan and vitamin B12 combination in transition dairy cows. *Veterinärni medicina*. 2022; 67(7): 334–353. <https://doi.org/10.17221/56/2021-VETMED>
14. Смоленцев С.Ю., Якупова Л.Ф., Юсупова Г.Р., Ежков Д.В. Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки «Бутофан». *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2024; 10(2): 184–192. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-2-184-192>
15. Фисинин В.И., Мифтахутдинов А.В., Аносов Д.Е. Фармакологическая профилактика стресса у цыплят при дебикировании. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2015; (6): 50–53. <https://www.elibrary.ru/uxlobp>
16. Аносов Д.Е., Мифтахутдинов А.В. Сопоставительный анализ фармакологических схем профилактики стресса, развивающегося при дебикировании цыплят. *Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ГНУ ВНИИПФит Россельхозакадемии*. Воронеж: Истоки. 2015; 50–53. <https://www.elibrary.ru/ojmjsm>
17. Кундюкова У.И., Дроздова Л.И., Пронин В.В. Комплексная оценка мяса цыплят-бройлеров, подтверждающая продовольственную и биологическую безопасность этого продукта. *Иппология и ветеринария*. 2021; (4): 106–115. <https://www.elibrary.ru/sghdhx>
18. Kundryukova U., Drozdova L., Krasnoperov A., Batanova A., Savateeva O. Morphogenesis of some organs of the immune system of broiler chickens in the age aspect when adding the feed additive "Amber Chill feed supplement" to the diet. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 01020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801020>
3. Semenenko M., Kuzminova E., Osepchuk D., Semenenko K., Svistunov A. New integrated system for raising poultry as a factor of increasing its productivity and metabolic status. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2023)*. EDP Sciences, 2024; 01061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248401061>
4. Nasimov Sh., Mamatova Z., Sattorov Ja., Safarov X., Azimova D. Effect of the use of a probiotic "Innoprovect" on the growth parameters of broiler chickens (Uzbekistan). *III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024)*. Conference Proceedings. Les Ulis, 2024; 1035. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501035>
5. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Dolmatova I.A. Scientific approaches to feeding agricultural poultry. *The future is ours: the view of young scientists on the innovative development of society. Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Youth Scientific Conference*. Kursk, 2021; 4: 63–66 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wuknhp>
6. Kochish I.I., Myasnikova O.V., Motin M.S. The effect of feed additives of domestic production on the intestinal health of laying hens. *Agrarian science*. 2024; (12): 58–63 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63>
7. Sabirzyanova L.I., Lunegov A.M., Konovalova G.V., Tokar V.V. L-carnitine: application in animal husbandry (literature review). *Actual questions of veterinary biology*. 2023; (1): 25–31 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-1-25-31>
8. Bekshenova A.M., Aleksandrova S.S., Loginov S.V. Efficiency of using a drug that regulates metabolism in growing broiler chickens. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25(4): 576–585 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-04-576-585>
9. Dolgorukova A.M., Titov V.Yu., Fisinin V.I., Zotov A.A. Prenatal nutrition of poultry and its postnatal effects (review). *Agricultural Biology*. 2020; 55(6): 1061–1072. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1061eng>
10. Zhu Y., Li S., Duan Y., Ren Z., Yang X., Yang X. Effects of *in ovo* feeding of vitamin C on post-hatch performance, immune status and DNA methylation-related gene expression in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 2020; 124(9): 903–911. <https://doi.org/10.1017/S000711452000210X>
11. Aleshina A.S., Tsareva O.Yu., Miftakhutdinov A.V. Morphological changes in some organs and tissues of the rat organism under subchronic exposure to SM-complexes. *Agro-Industrial Complex of Russia*. 2024; 31(4): 562–568 (in Russian). <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2024-31-4-562-568>
12. Kashkovskaya L.M., Zhukova N.N., Safarova M.I., Sazonov A.A., Novikova S.V. "Butofan OR" in diets of the agricultural bird. *Veterinary medicine*. 2018; (4): 40–45 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tivgnm>
13. Deniz A., Aksoy K. Use of organic phosphorous butafosfan and vitamin B12 combination in transition dairy cows. *Veterinärni medicina*. 2022; 67(7): 334–353. <https://doi.org/10.17221/56/2021-VETMED>
14. Smolentsev S.Yu., Yakupova L.F., Yusupova G.R., Ezhkov D.V. Veterinary and sanitary assessment of broiler chicken meat when using the feed additive "Butofan". *Vestnik of the Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2024; 10(2): 184–192 (in Russian). <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-2-184-192>
15. Fisinin V.I., Miftakhutdinov A.V., Anosov D.E. Pharmacological prevention of stress during chicken debeaking. *Russian Agricultural Sciences*. 2016; 42(1): 97–100. <https://doi.org/10.3103/S1068367416010080>
16. Anosov D.E., Miftakhutdinov A.V. Comparative analysis of pharmacological schemes for preventing stress developing during chicken debeaking. *Problems and Ways of Developing High-Tech Livestock Veterinary Medicine. Proceedings of the international scientific-practical conference, dedicated to the 45th anniversary of All-Russian Scientific Research Veterinary Institute Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Agricultural Academy*. Voronezh: Istoki. 2015; 50–53 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ojmjsm>
17. Kundryukova U.I., Drozdova L.I., Pronin V.V. Comprehensive assessment of broiler chicken meat confirming food and biological safety of this product. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2021; (4): 106–115 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sghdhx>
18. Kundryukova U., Drozdova L., Krasnoperov A., Batanova A., Savateeva O. Morphogenesis of some organs of the immune system of broiler chickens in the age aspect when adding the feed additive "Amber Chill feed supplement" to the diet. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 01020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801020>

19. Бекшенова А.М. Эффективность применения препарата «Бутамакс 200» при выращивании цыплят-бройлеров. *Роль ветеринарной науки и образования в современном обществе. К 100-летию Витебской ордена «Знак Почёта» государственной академии ветеринарной медицины. Материалы Международной научно-практической конференции.* Витебск: ВГАВМ. 2024; 166–171.  
<https://www.elibrary.ru/igbzcf>

#### ОБ АВТОРАХ

**Алевтин Викторович Мифтахутдинов**  
 доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии  
[nirugavm@mail.ru](mailto:nirugavm@mail.ru)

**Анна Степановна Алешина**  
 аспирант  
[anna.mitrohina@inbox.ru](mailto:anna.mitrohina@inbox.ru)

Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
 ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

19. Bekshenova A.M. Efficiency of using “Butamaks 200” in growing broiler chickens. *The Role of Veterinary Science and Education in Modern Society. To the 100<sup>th</sup> Anniversary of the Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. Proceedings of the International scientific and practical conference.* Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. 2024; 166–171 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/igbzcf>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Alevtin Viktorovich Miftakhutdinov**  
 Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology  
[nirugavm@mail.ru](mailto:nirugavm@mail.ru)

**Anna Stepanovna Aleshina**  
 Graduate Student  
[anna.mitrohina@inbox.ru](mailto:anna.mitrohina@inbox.ru)

South Ural State Agrarian University,  
 13 Gagarin Str., Troitsk, 457100, Russia

УДК: 636. 32/. 38.082.453.2:38.03

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-57-61

Е.А. Лакота

Федеральный аграрный научный  
центр Юго-Востока, Саратов, Россия✉ [lena.lakota@yandex.ru](mailto:lena.lakota@yandex.ru)

Поступила в редакцию: 28.01.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Лакота Е.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-57-61

Elena A. Lakota

Federal Agrarian Scientific Center  
of the South-East, Saratov, Russia✉ [lena.lakota@yandex.ru](mailto:lena.lakota@yandex.ru)

Received by the editorial office: 28.01.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Lakota E.A.

## Влияние возраста родителей на продуктивные качества потомства у овец

### РЕЗЮМЕ

Изучалась продуктивность потомства овец ставропольской породы от родительских пар разного возраста. Для получения потомства сформированы 4 группы родительских пар 1,5- и 2,5-летнего возраста. Потомство от пар «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет» преобладало по живой массе над аналогами «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» на 8,23; 3,23% и 6,29; 1,38% ( $p \geq 0,99$ ). Молодняк от пар «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» превосходил животных от сочетаний «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет» на 5,26% ( $p \geq 0,95$ ), 3,77%, 2,08% ( $p \geq 0,95$ ), 4,04% ( $p \geq 0,95$ ), 2,39% и 2,8%. У молодняка от пар «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» был выше выход шерсти, чем от пар «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет», на 0,1%, 0,8% и 1,2% ( $p \leq 0,95$ ). В Поволжье для продуктивного использования овец ставропольской породы целесообразно сочетание родительских пар «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет» и матки «2,5 лет × бараны 2,5 лет».

**Ключевые слова:** овца, порода, спаривание, продуктивность, живая масса, настриг шерсти, возраст

**Для цитирования:** Лакота Е.А. Влияние возраста родителей на продуктивные качества потомства у овец. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 57–61.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-57-61>

## The influence of parental age on the productive qualities of offspring sheep

### ABSTRACT

The productivity of the progeny of Stavropol sheep from parental pairs of different ages was studied. To obtain offspring, 4 groups of parent pairs of 1.5- and 2.5-year-olds were formed. Offspring from pairs of "1.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep", "2.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep" prevailed in live weight over analogues of "1.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep", "2.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep" by 8.23; 3.23% and 6.29; 1.38% ( $p \geq 0.99$ ). Young animals from pairs of "2.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep" outperformed animals from combinations of "1.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep", "2.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep", "2.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep" by 5.26% ( $p \geq 0.95$ ), 3.77%, 2.08% ( $p \geq 0.95$ ), 4.04% ( $p \geq 0.95$ ), 2.39% and 2.8%. Young animals from pairs of "2.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep" had a higher wool yield than from pairs of "1.5-year-old uterus × 1.5-year-old sheep", "1.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep", "2.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep", by 0.1%, 0.8% and 1.2% ( $p < 0.95$ ). In the Volga region, for the productive use of Stavropol sheep, it is advisable to combine parental pairs of "1.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep" and "2.5-year-old uterus × 2.5-year-old sheep".

**Key words:** sheep, breed, pairing, productivity, live weight, shearing of wool, age

**For citation:** Lakota E.A. The influence of parental age on the productive qualities of offspring sheep. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 57–61 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-57-61>

## Введение/Introduction

В Поволжье длительный период селекция по улучшению продуктивности тонкорунных овец, в частности ставропольской породы, ведется с использованием генетического потенциала, завозимого генофонда и собственного селекционного материала [1]. Разводимая в данной зоне ставропольская меринская порода овец является перспективной по своим продуктивным качествам, поэтому необходимо продолжать вести с ней селекционную работу в целях сохранения ее уникальных свойств [2].

Продолжительность продуктивно-хозяйственного использования овец (или темпы их хозяйственного оборота) определяется жизнеспособностью, высокой шерстной и мясной продуктивностью [3, 4]. Поэтому селекционная работа, направленная на отбор родительских особей с высокими продуктивными параметрами, позволит увеличить срок их использования, и получать потомство, превышающее в течение длительного ряда лет среднюю продуктивность всего поголовья овец, для извлечения экономической прибыли [5, 6].

Максимальный уровень продуктивного использования овец — до 7–8 лет. Спаривать животных можно и нужно, когда исполнится 1 год и их живая масса будет составлять не менее 70% от взрослой особи [7, 8]. Продолжительность продуктивного использования зависит в целом не только от физиологического состояния, но и от цели овцеводов-селекционеров, занимающихся разведением. Овцеводческие хозяйства, ставящие своей задачей увеличение поголовья, обладают огромным резервом повышения производства овцепродукции, племенными ресурсами, разводимых пород, что способствует дальнейшему росту рентабельности отрасли. При этом овцеводы должны достаточно точно рассчитывать, какое количество ярок и баранов необходимо иметь для спаривания. Если овцепоголовье содержится с целью получения, например, шерстной продукции, то максимальный возраст использования животных достигает 11–16 лет, при необходимости же получения мясной продукции сроки несколько увеличиваются [9, 10].

*Цель исследований* — изучение продолжительности продуктивного использования ставропольской породы овец, разводимых в условиях Нижнего Поволжья, для дальнейшего совершенствования их генетического потенциала.

Для достижения цели была поставлена задача: изучить возрастной подбор родительских пар и его влияние на продуктивность потомства.

## Материалы и методы исследований / Materials and methods

Научно-исследовательскую работу проводили в ЗАО «Новая жизнь» (Новоузенский р-н, Саратовская обл., Россия) с 2021 по 2023 г.

Исходным материалом для проведения опыта были чистопородные овцы ставропольской породы. На 60 голов овцематок для осеменения были отобраны 3 барана. После оплодотворения получили потомство от спаривания родительских пар разного возраста, сформированное в 4 опытные группы (n = 20 голов в каждой).

Оценку шерстной продуктивности<sup>1,2</sup> проводили у молодняка в 13,5-месячном возрасте.

Научные исследования проводили согласно схеме опыта (табл. 1).

В период проведения опыта по общепринятому этическому кодексу<sup>3</sup> и законодательству РФ<sup>4</sup> определяли следующие показатели у взрослых родительских особей и молодняка: живую массу, кг; настриг шерсти, кг; выход чистой шерсти, %.

Живую массу овец определяли путем взвешивания на специальных площадочных весах ЕВ 4 («ПетВес», Россия). Взрослых животных взвешивали с точностью до 1 кг, молодняк — до 0,5 кг.

Настриг невыттой шерсти определяли путем взвешивания на специальных площадочных весах «Гарант ВПН-300М» (Россия) у взрослых животных и молодняка (с точностью до 0,1 кг) индивидуально.

Настриг мытой шерсти оценивали после промывки и удаления всех примесей (пыли, остатков грубых кормов, частиц семян пастбищной растительности, кала) путем взвешивания с использованием аналитических весов С-200 (АСИ, Кемерово, Россия) у взрослых животных и молодняка (с точностью до 0,1 кг) индивидуально.

Проводили первичную обработку невыттого (физического) шерстяного волокна, включающую в себя отделение от нее растительных примесей (соломы, листьев, части ветвей и стеблей растений) и минеральных (песка, глины), а также разрыхление шерсти для лучшего проникновения моющего раствора. Загрязненную шерсть промывали моющими растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ) при температуре 40–60 °С.

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Scheme of experience

| Группа | Количество, гол. | Потомство от спаривания родительских пар разного возраста |
|--------|------------------|-----------------------------------------------------------|
| I      | 20               | матки 1,5 лет х бараны 1,5 лет                            |
| II     |                  | матки 1,5 лет х бараны 2,5 лет                            |
| III    |                  | матки 2,5 лет х бараны 1,5 лет                            |
| IV     |                  | матки 2,5 лет х бараны 2,5 лет                            |

<sup>1</sup> ГОСТ 25955-83 Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности овец.

<sup>2</sup> Методические рекомендации по изучению свойств шерсти / ВНИИОК. Ставрополь. 1967; 27.

<sup>3</sup> Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>4</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Чистую (мытую) шерсть оценивали по методу, основанному на определении выхода чистого волокна (отношение массы промытого волокна к весу невытравленной шерсти в %), с использованием аналитических весов С-200, гидравлических приборов российского производства ЦС-53А, ГПОШ-2М, автономного кондиционера АК-2 (г. Санкт-Петербург, Россия). Этапы оценки: отбор образцов весом не менее 1 кг, подготовка шерсти для замачивания в растворе соды на 40 мин., промывка и сушка.

Выход чистой шерсти рассчитывали по формуле:

$$P = Y \times (100 + K) / A,$$

где:  $P$  — % выхода чистой шерсти;  $Y$  — постоянно сухой вес образца;  $A$  — первоначальный вес грязной шерсти;  $K$  — кондиционная влажность (для однородной шерсти 17%, для неоднородной — 15%).

Дана сравнительная оценка влияния возрастных категорий родительских особей на продуктивность их потомства.

Цифровой материал обработан биометрически<sup>5,6</sup> с использованием Microsoft Excel (США).

Достоверность изучаемых результатов оценивали по критерию Стьюдента. Степень достоверности обработанных данных выражена соответственно: \*  $p \geq 0,95$ , \*\*  $p \geq 0,99$ , \*\*\*  $p \geq 0,999$ .

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Многие овцеводческие хозяйства, ставящие своей целью увеличение поголовья и повышение уровня продуктивности, при ведении селекционной работы отдают предпочтение молодым яркам и баранам 1,5-летнего возраста.

Разновозрастной подбор позволяет более широко реализовывать генетические ресурсы овец. Так, ученые Ставропольского края уже длительный период времени ведут селекционную работу по улучшению мясной продуктивности, повышению живой массы тонкорунных овец. В ходе исследований было определено, что, например, в 14 месяцев потомство овец породы советский меринос от разновозрастного подбора на 3,2% имело превосходство над животными одновозрастного спаривания [11].

Овцеводы Сибирского региона Алтайского края в поисках сохранения и стабилизации алтайской породы овец определяли эффективный возрастной подбор при спаривании родительских пар и рекомендовали для получения потомства с высокими показателями продуктивности (живой массы, настрига шерсти) использовать разновозрастное сочетание родительских пар  $1,5 \times 1,5$  и разновозрастное —  $1,5 \times 3,5$  и  $3,5 \times 5,5$  [12].

В настоящих исследованиях для закладывания данного эксперимента были проведены сравнительная оценка и анализ продуктивных параметров (живой массы, настрига физической и чистой шерсти, выхода чистого волокна) у особей разного возраста (от 1,5 до 6 лет) (табл. 2).

По результатам сравнительной оценки продуктивности было выявлено превосходство по живой массе у баранов-производителей и маток старшего возраста.

Согласно таблице 2, бараны 2,5-летнего возраста по сравнению с особями младшего (1,5 лет) имели превосходство на 19,58%, 3-летнего — на 23,7%, 4-летнего — на 25,9%, 5-летнего — на 34%, 6-летнего — на 38% ( $p \geq 0,999$ ). Матки 2,5-летнего возраста преобладали по этому показателю над животными 1,5-летнего на 4,32%, 3-летнего — на 8,04%, 4-летнего — на 11,34%, 5-летнего — на 14,63%, 6-летнего — на 15,46% ( $p \geq 0,999$ ).

Выход мытой шерсти у оцениваемых особей разного возраста колебался в пределах от 60,00 до 58,00% и от 65,0 до 59,18%, то есть находился на одном уровне. У баранов и маток от 2,5- до 6-летнего возраста по сравнению с 1,5-летними животными был более высокий настриг невытравленного и мытого волокна. Так, бараны 2,5-летнего возраста по таким показателям имели превосходство на 5,26% и 1,75%, 3-летнего — на 21,05% и 5,26% ( $p \geq 0,99$ ), 4-летнего — на 26,31% и 14,03%, 5-летнего — на 33,68% и 22,80%, 6-летнего — на 41,05% и 28,07% ( $p \geq 0,99$ ).

У маток 2,5-летнего возраста по настригу невытравленного и мытого волокна было преимущество над 1,5-летними на 6,12% и 10,34%, 3-летнего — на 12,24% и 20,68%, 4-летнего — на 22,44% и 34,48%

Таблица 2. Характеристика продуктивных качеств баранов и маток разного возраста

Table 2. Characteristics of productive qualities of sheep and queens of different ages

| Возраст, лет         | Живая масса, кг | Настриг шерсти, кг |              | Выход чистой шерсти, % |
|----------------------|-----------------|--------------------|--------------|------------------------|
|                      |                 | немытой            | мытой        |                        |
| Бараны-производители |                 |                    |              |                        |
| 1,5                  | 97,00±0,34      | 9,50±0,36          | 5,70±0,14    | 60,00                  |
| 2,5                  | 116,00±0,29***  | 10,00±0,32         | 5,80±0,16    | 58,00                  |
| 3                    | 120,00±0,35***  | 11,50±0,30**       | 6,0±0,13     | 52,17                  |
| 4                    | 122,20±0,24***  | 12,00±0,23         | 6,50±0,20    | 54,16                  |
| 5                    | 130,00±0,33***  | 12,70±0,35***      | 7,00±0,15*** | 55,11                  |
| 6                    | 133,90±0,26***  | 13,40±0,28***      | 7,30±0,22*** | 54,47                  |
| Матки                |                 |                    |              |                        |
| 1,5                  | 48,50±0,37      | 4,90±0,30          | 2,90±0,22    | 59,18                  |
| 2,5                  | 50,60±0,30***   | 5,20±0,28          | 3,20±0,26    | 61,53                  |
| 3                    | 52,40±0,48***   | 5,50±0,26          | 3,50±0,32    | 63,63                  |
| 4                    | 54,00±0,40***   | 6,00±0,35**        | 3,90±0,23**  | 65,00                  |
| 5                    | 55,60±0,28***   | 6,20±0,38**        | 4,00±0,25**  | 64,51                  |
| 6                    | 56,00±0,20***   | 6,80±0,31**        | 4,20±0,28**  | 61,76                  |

Примечание: \*\*\*  $p \geq 0,99$ , \*\*  $p \geq 0,999$ .

<sup>5</sup> Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. М.: Колос. 1969; 256.

<sup>6</sup> Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. М.: Колос. 1977; 423.

( $p \geq 0,99$ ), 5-летнего — на 26,53% и 37,93% ( $p \geq 0,99$ ), 6-летнего — на 38,77% и 44,82% ( $p \geq 0,99$ ).

Оценка баранов и маток разного возраста показала, что все животные обладали хорошими продуктивными качествами.

В ходе сравнительной оценки особей разного возраста (от 1,5 до 6 лет) (табл. 1) в хозяйстве, где проводились исследования, для заложения данного эксперимента целенаправленно были выделены животные определенного возраста — 1,5 и 2,5 лет, то есть более молодые. Применение селекционного и технологического приема отбора родительских пар такого возраста для спаривания может способствовать ускоренному повышению продуктивных качеств у потомства.

При разведении овец одним из важных селекционных признаков считается живая масса животных, которая находится в зависимости от породы, пола, возраста. При этом такие продуктивные показатели, как настриг чистой и невымытой (физической) шерсти, выход чистого волокна в производстве шерсти, являются составляющими звеньями в экономическом развитии овцеводческой отрасли [13].

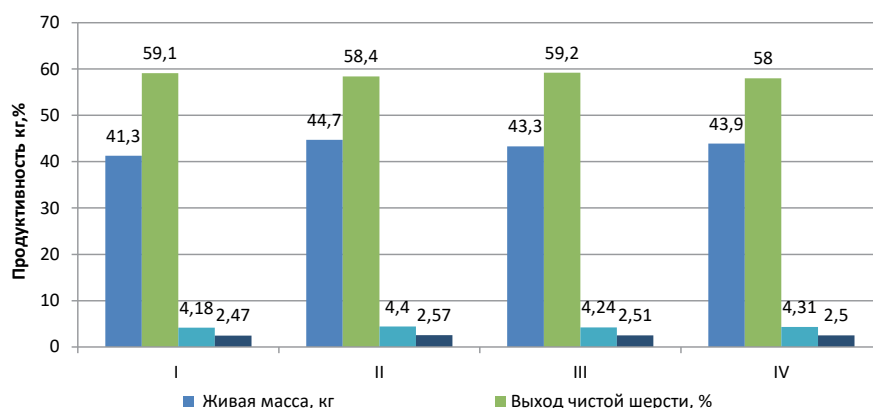
С этой целью у полученного молодняка в возрасте 13,5 месяцев была проведена оценка зоотехнических продуктивных качеств: живой массы, настрига шерсти, выхода чистого волокна (рис. 1).

Так, потомство в возрасте 13,5 месяцев, полученное от спаривания родительских пар «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет» и «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет» (II и IV группы), имело живую массу выше относительно молодняка от сочетания «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет» и «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» (I и III группы) на 8,23%, 3,23% и 6,29%, 1,38% ( $p \geq 0,99$ ).

Молодняк, полученный от сочетания родительских особей «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет» и «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» (II и III группы) в возрасте 13,5 месяцев, характеризовался высокими показателями настрига шерсти в невымытом и вымытом волокне, чем аналоги от родительских пар «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет» и «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет» (I и IV группы). Так, по выявленным показателям было

**Рис. 1.** Продуктивность потомства, полученного при разновозрастном подборе родительских пар

**Fig. 1.** Productivity of offspring obtained by age-matched parental pairs



установлено превосходство потомства, полученного от сочетания пар «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет» (II группа), над молодняком от родительских пар «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 1,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет» (I, III и IV группы) на 5,26% ( $p \geq 0,95$ ), 3,77%, 2,08% ( $p \geq 0,95$ ), 4,04% ( $p \geq 0,95$ ), 2,39% и 2,8% соответственно.

Стоит отметить, что разновозрастное сочетание родителей II и III групп способствовало увеличению выхода мытой шерсти. Так, молодняк III группы отличался большим количественным выходом шерсти, чем аналоги из I, II и IV групп, на 0,1%, 0,8% и 1,2% ( $p \leq 0,95$ ).

Таким образом, потомство, полученное от родительских сочетаний «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет», «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет», достоверно имело преимущество по живой массе на 8,23% и 6,29%, настригу невымытой шерсти на 5,26% и 3,11% над молодняком «матки 1,5 лет × бараны 1,5 лет», а также получена достоверная разница 4,04% ( $p \geq 0,95$ ) по показателю настрига мытой шерсти между II и I группами.

### Выводы/Conclusions

В зоне сухой степи Поволжья для повышения уровня продуктивности овец ставропольской породы целесообразно применение следующих сочетаний родительских пар: при разновозрастном подборе — «матки 1,5 лет × бараны 2,5 лет», при одновозрастном — «матки 2,5 лет × бараны 2,5 лет», так как такая сочетаемость способствует повышению продуктивности потомства по живой массе на 8,23% ( $p \geq 0,99$ ) и 6,29% ( $p \geq 0,95$ ), настригу невымытой шерсти на 5,26% и 3,11% ( $p \geq 0,95$ ).

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.  
Автор несет ответственность за плагиат.  
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.  
The author is responsible for plagiarism.  
The author declared no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет финансовых средств Федерального аграрного научного центра Юго-Востока.

### FUNDING

The research was carried out at the expense of financial resources of the Federal Agrarian Scientific Center of the South-East.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трухачев В.И., Мороз В.А., Селионова М.И. О генетическом потенциале меринской породы в Ставрополье. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2015; (4): 2–4. <https://elibrary.ru/vqegtn>
2. Лакота Е.А., Воронцова О.А. Экстерьерно-продуктивные показатели овец ставропольской породы в возрасте 13–14 месяцев при внутрипородном отборе. *Аграрная наука*. 2023; (8): 65–71. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-65-71>
3. Чернобай Е.Н., Ефимова Н.И., Штельмах А.И. Шерстная продуктивность потомства, полученного от подбора родителей разного возраста. *Вестник аграрной науки*. 2017; (5): 59–64. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.59>
4. Morel P.C.H., Wickham J.L., Morel J.P., Wickham G.A. Effects of birth rank and yearling lambing on long-term ewe reproductive performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 2010; 70: 88–90.
5. Метлицкий А.В., Салимбаев Ж.А. Крепость конституции и повышение продуктивности тонкорунных овец. *Зоотехния*. 1990; (2): 34–36.
6. Чернобай Е.Н., Ефимова Н.И., Гузенко В.И., Антоненко Т.И. Продуктивные особенности овец в зависимости от возраста родителей. *Вестник АПК Ставрополья*. 2017; (2): 126–130. <https://elibrary.ru/owrfgp>
7. Костылев М.Н., Барышева М.С. Характеристика продуктивных качеств генеалогических групп овец романовской породы различной селекции. *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сборник научных трудов*. Москва. 2017; 16: 127–131. <https://elibrary.ru/ysyhyk>
8. Pain S.J., Loureiro M.F.P., Kenyon P.R., Blair H.T. The effect of dam age on ewe offspring productive performance and efficiency. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 2015; 75: 239–242.
9. Филинская О.В., Пивоварова О.В. Возрастные особенности селекционных признаков романовских овец. *Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве. Сборник научных трудов по материалам Международной очно-заочной научно-практической конференции*. Ярославль: Ярославская ГСХА. 2015; 117–121. <https://elibrary.ru/vrklvj>
10. Алексеева Л.Д. Влияние живой массы и возраста на плодовитость овцематок породы Иль-де-Франс. *Исследования молодых ученых. Материалы LXXX Международной научно-практической конференции*. Казань: Молодой ученый. 2024; 22–26. <https://elibrary.ru/lmrtzn>
11. Чернобай Е.Н., Ефимова Н.И., Гузенко В.И., Антоненко Т.И. Продуктивные особенности овец в зависимости от возраста родителей. *Вестник АПК Ставрополья*. 2017; 2(26): 126–130. <https://elibrary.ru/lmrtzn>
12. Владимиров Н.И., Косарев А.П., Владимирова Н.Ю. Возрастной подбор родительских пар и продуктивность потомства в овцеводстве. *Животноводство*. 2015; 3(125): 85–89. <https://elibrary.ru/obgxlj>
13. Абылкасымов Д.А., Сударев Н.П., Вахонев А.А. Селекционно-популяционная оценка продуктивного использования стада. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; (8): 56–58. <https://elibrary.ru/obgxlj>

## ОБ АВТОРАХ

**Елена Александровна Лакота**

доктор сельскохозяйственных наук,  
ведущий научный сотрудник  
lena.lakota@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2930-0763>

Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока,  
ул. Тулайкова, 7, Саратов, 410010, Россия

## REFERENCES

1. Trukhachev V.I., Moroz V.A., Selionova M.I. On the genetic potential of merino sheep in the Stavropol region. *Sheep, goats, wool business*. 2015; (4): 2–4 (in Russian). <https://elibrary.ru/vqegtn>
2. Lakota E.A., Vorontsova O.A. Exterior-productive indicators of Stavropol breed sheep aged 13–14 months with inbreeding selection. *Agrarian science*. 2023; (8): 65–71 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-65-71>
3. Chernobay E.N., Efimova N.I., Shtelmakh A.I. The wool productivity of the offspring obtained from selection of parents of different ages. *Bulletin of agrarian science*. 2017; (5): 59–64 (in Russian). <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.59>
4. Morel P.C.H., Wickham J.L., Morel J.P., Wickham G.A. Effects of birth rank and yearling lambing on long-term ewe reproductive performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 2010; 70: 88–90.
5. Metlitsky A.V., Salimbayev Zh.A. The strength of the constitution and increasing the productivity of fine-wool sheep. *Zootekhnika*. 1990; (2): 34–36 (in Russian).
6. Chernobai E.N., Efimova N.I., Guzenko V.I., Antonenko T.I. Effect of age of parents on the productive characteristics of sheep. *Agricultural Bulletin of Stavropol region*. 2017; (2): 126–130 (in Russian). <https://elibrary.ru/owrfgp>
7. Kostylev M.N., Barysheva M.S. Characteristics of the productive qualities of the genealogical groups of Romanov sheep breed different breeding. *Multifunctional Adaptive Fodder Production. Collection of scientific papers*. Moscow. 2017; 16: 127–131 (in Russian). <https://elibrary.ru/ysyhyk>
8. Pain S.J., Loureiro M.F.P., Kenyon P.R., Blair H.T. The effect of dam age on ewe offspring productive performance and efficiency. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 2015; 75: 239–242.
9. Filinskaya O.V., Pivovarov E.A. Age-related features of breeding characteristics of Romanov sheep. *Improving the level and quality of biogenic potential in animal husbandry. Collection of scientific papers based on the materials of the International full-time and correspondence scientific and practical conference*. Yaroslavl; Yaroslavl State Agricultural Academy. 2015; 117–121 (in Russian). <https://elibrary.ru/vrklvj>
10. Alekseeva L.D. The influence of live weight and age on the fertility of ewes of the Ile-de-France breed. *Research by young scientists. Proceedings of the LXXX International scientific and practical conference*. Kazan: Molodoy uchenyy. 2024; 22–26 (in Russian). <https://elibrary.ru/lmrtzn>
11. Chernobai E.N., Efimova N.I., Guzenko V.I., Antonenko T.I. Productive features of sheep depending on the age of parents. *Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol*. 2017; 2(26): 126–130 (in Russian). <https://elibrary.ru/lmrtzn>
12. Vladimirov N.I., Kosarev A.P., Vladimirova N.Yu. Age selection of parental pairs and productivity of offspring in sheep breeding. *Animal husbandry*. 2015; 3(125): 85–89 (in Russian). <https://elibrary.ru/obgxlj>
13. Abylkasymov D.A., Sudarev N.P., Wakhonova A.A. Selection and evaluation of the productivity population use stude [sic!]. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2011; (8): 56–58 (in Russian). <https://elibrary.ru/obgxlj>

## ABOUT THE AUTHORS

**Elena Alexandrovna Lakota**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Leading Researcher  
lena.lakota@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2930-0763>

Federal Agrarian Scientific Center of the South-East,  
7 Tulaykov Str., Saratov, 410010, Russia

С.В. Теребова<sup>1</sup> ✉Ю.П. Никулин<sup>2</sup>О.А. Никулина<sup>2</sup>Е.К. Черепанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр  
агробиотехнологий Дальнего Востока  
им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

<sup>2</sup>Приморский государственный  
аграрно-технологический  
университет, Уссурийск, Россия

✉ terebovasv@mail.ru

Поступила в редакцию: 30.01.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Теребова С.В., Никулин Ю.П.,  
Никулина О.А., Черепанова Е.К.

Research article

 creative commons  
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-62-70

Svetlana V. Terebova<sup>1</sup> ✉Yuri P. Nikulin<sup>2</sup>Olga A. Nikulina<sup>2</sup>Ekaterina K. Cherepanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of agricultural  
biotechnology of the Far East named  
after A.K. Chaika, Ussuriysk, Russia

<sup>2</sup>Primorsky State Agrarian-Technological  
University, Ussuriysk, Russia

✉ terebovasv@mail.ru

Received by the editorial office: 30.01.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Terebova S.V., Nikulin Y.P., Nikulina O.A.,  
Cherepanova E.K.

# Использование кормовой добавки «Левибио» при выращивании молодняка овец

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Использование кормовых добавок в рационе молодняка овец позволяет лучше усваивать компоненты потребляемого корма.

**Цель исследования** — изучить влияние кормовой добавки «Левибио» на рост, развитие и клинические показатели молодняка овец.

**Методы.** Общепринятые методы исследования (определение живой массы, экстерьерных промеров и индексов, клинического состояния, клинических и биохимических показателей крови молодняка овец). Кормовая добавка «Левибио» содержит живые дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, стимулирующие рост полезной микрофлоры в рубце жвачных животных.

**Результаты.** Наибольший эффект положительного влияния кормовой добавки «Левибио» на реализацию мясной продуктивности у молодняка овец романовской породы наблюдается в конце 3-го месяца от начала ее использования. Средняя живая масса овец опытной группы составила 32,44–1,37 кг, что на 5,19% выше, чем у овец в контрольной группе. Линейные измерения животных опытной группы показали, что они были больше по обхвату груди на 2,2%, высоте в холке на 4,5%, по высоте в крестце на 2,9%, чем у аналогов из контрольной группы. Индексы телосложения показали компактность и пропорциональность телосложения животных в опытной группе. Проведенные в процессе эксперимента гематологические исследования не выявили отклонений от физиологической нормы. Таким образом, согласно исследованиям, использование добавки «Левибио» в кормлении молодняка овец позволяет лучше реализовывать генетический потенциал, выражающийся в более равномерном росте и развитии, наборе живой массы, сохранении здоровья, адаптации к условиям нестабильного муссонного климата Приморского края.

**Ключевые слова:** молодняк овец, романовская порода, промеры и индексы телосложения, кормовая добавка

**Для цитирования:** Теребова С.В., Никулин Ю.П., Никулина О.А., Черепанова Е.К. Использование кормовой добавки «Левибио» при выращивании молодняка овец. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 62–70.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-62-70>

# Use of the feed additive “Levibio” in growing young sheep

## ABSTRACT

**Relevance.** The use of feed additives in the diet of young sheep allows for better absorption of the components of the feed consumed.

**The aim of the study** was to investigate the effect of the feed additive “Levibio” on the growth, development and clinical parameters of young sheep.

**Methods.** Generally accepted research methods. Generally accepted research methods (determination of body weight, external measurements and indices, clinical condition, clinical and biochemical blood parameters of young sheep). The “Levibio” feed additive contains live yeast *Saccharomyces cerevisiae*, which stimulates the growth of beneficial microflora in the rumen of ruminants.

**Results.** The greatest positive effect of the feed additive “Levibio” on the implementation of meat productivity in young Romanov sheep is observed at the end of the 3rd month from the beginning of its use. The average live weight of the sheep in the experimental group was 32.44±1.37 kg, which is 5.19% higher than that of the sheep in the control group. Linear measurements of the experimental group animals showed that they were larger in chest girth by 2.2%, height at the withers by 4.5%, height at the sacrum by 2.9%, than their counterparts in the control group. Body constitution indices showed compactness and proportionality of the constitution of animals in the experimental group. Hematological studies conducted during the experiment did not reveal any deviations from the physiological norm. Thus, according to our research, the use of the “Levibio” supplement in feeding young sheep allows for better realization of the genetic potential, expressed in more uniform growth and development, live weight gain, health maintenance, and adaptation to the unstable monsoon climate of Primorsky region.

**Key words:** young sheep, Romanov breed, body measurements and indices, feed additive

**For citation:** Terebova S.V., Nikulin Y.P., Nikulina O.A., Cherepanova E.K. Use of the feed additive “Levibio” in growing young sheep. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 62–70 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-62-70>

## Введение/Introduction

В настоящее время экономически значимой продукцией овец практически всех направлений продуктивности являются мясопродукты, доля которых в валовом доходе от реализации всей продукции, получаемой от овец, составляет 85–90% и более [1]. Сельхозтоваропроизводители Дальнего Востока России по объективным причинам, в том числе природно-климатическим, недостаточно обеспечивают регион продукцией собственного производства [2]. Однако, как отмечают исследователи, постепенно растет производство мяса овец и коз, и, согласно прогнозу, рынок баранины будет развиваться [3, 4].

Исходя из особенностей региона Дальнего Востока и возможностей обеспечения достаточным количеством кормов, должны разводить породы овец, дающие максимальное количество продукции при наименьших затратах. В условиях муссонного климата Приморского края с перепадами температуры в течение дня более 20 °С в осенне-весенний период года производство растениеводческой продукции находится в зоне высокого риска. Животноводство напрямую зависит от растениеводческой отрасли, обеспечивающей его кормами.

Особенно тяжелыми в заготовке сена и кормов стали 2023 г. и 2024 г., когда из-за обильных дождей в летний период произошло продолжительное переувлажнение сельскохозяйственных угодий. В результате погодных коллизий пострадало качество полученных кормов. В связи с этим актуально использование в кормлении жвачных животных добавок, в составе которых имеются сорбенты, способствующие выведению из организма микотоксинов. В настоящее время используют добавки с содержанием цеолита, сапропелей [5, 6].

Высокую продуктивность сельскохозяйственных животных и снижение затрат на ее производство достигают полноценным кормлением [7–9]. Оптимизацию кормления по всем нормируемым питательным веществам можно обеспечивать путем использования балансирующих кормовых добавок. Использование различных кормовых добавок в рационе молодняка овец позволяет лучше усваивать компоненты потребляемого корма [10, 11]. Одним из таких компонентов является клетчатка — достаточно трудноперевариваемый полисахарид, поэтому актуально для улучшения пищеварительных процессов в рубце применять добавки, стимулирующие рост полезной микрофлоры. К таким добавкам относят пробиотические комплексы, поддерживающие микробиоценоз в рубце и создающие благоприятные условия для жизнедеятельности нормальной микрофлоры [12, 13].

На протяжении последних двух десятилетий проводятся исследования по их производству и использованию в кормлении овец разного возрастного периода и направления продуктивности. В условиях санкционного давления российские производители кормовых добавок актуализировали их состав с учетом возможностей отечественных ресурсов.

Цель данной работы — изучение влияния кормовой добавки «Левибио» на рост, развитие и клинические показатели молодняка овец.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объекты исследований — молодняк овец романовской породы и их помеси. Эксперимент по использованию кормовой добавки «Левибио» проводили в условиях коллекционного двора ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет» (г. Уссурийск, Россия) с августа по ноябрь 2024 г. Были сформированы две группы животных (контрольная и опытная) в возрасте 6 месяцев (с разницей не более 10 дней) по принципу пар-аналогов по 10 голов (в каждой группе по 5 баранчиков и 5 ярок).

Животным скармливали рацион, принятый в хозяйстве<sup>1</sup>, который состоял из травы естественных угодий, сена лугового, размолотого концентрированных кормов, минеральных и витаминных добавок. В рационе содержались 13 ЭКЕ, 14,3 ОЭ МДж и 158,4 г переваримого протеина.

Животные опытной группы к рациону получали кормовую добавку «Левибио» в дозе 5 г/гол в сутки (1 г добавки «Левибио» содержит  $1,0 \times 10^9$  КОЕ *Saccharomyces cerevisiae*; рекомендованная доза живых дрожжей данного вида — 0,3 г/гол, или  $6,0 \times 10^9$  КОЕ *Saccharomyces cerevisiae* для овец и коз<sup>2</sup>, поэтому доза «Левибио» для растущего молодняка овец была определена и рассчитана согласно аналогичным кормовым добавкам).

Кормовая добавка «Левибио»<sup>3</sup> содержит в своем составе живые дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (CNCM I-1077), стимулирующие рост полезной микрофлоры рубца. Внутренние оболочки инактивированных дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* и диатомит связывают микотоксины, что актуально при использовании зараженных кормов, заготовленных в период экстремальных погодных условий Уссурийского городского округа Приморского края в 2023 г. и 2024 г.

Проведенный авторами мониторинг публикаций по использованию данной добавки у жвачных животных показал, что исследования ее влияния на рост и развитие молодняка овец отсутствуют.

<sup>1</sup> Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В.В. Щеглова и др. М.: КолосС. 2003; 456.

<sup>2</sup> Вистасел (Vistacell) (AB Vista) [электронный ресурс]. — URL: <https://bskorm.ru/vistacell>

<sup>3</sup> Каталог ветеринарных препаратов [электронный ресурс]. — URL: [https://vicgroup.ru/catalog/filter/animal\\_type-is-8b6f634fc22efc83df4bdcc76c0b1236-or-b4170025bab5bea60fa975e8b2a403f8/apply/?PAGEN\\_1=8](https://vicgroup.ru/catalog/filter/animal_type-is-8b6f634fc22efc83df4bdcc76c0b1236-or-b4170025bab5bea60fa975e8b2a403f8/apply/?PAGEN_1=8)

Содержание, уход за животными были одинаковыми. Ветеринарный специалист проводил ежедневный осмотр и оценку клинического состояния, условия содержания и методы, используемые в процедурах, учитывали минимальное причинение боли, страданий или дискомфорта у животных<sup>4</sup>.

Изучили динамику живой массы путем контрольных взвешиваний молодняка овец, рассчитали абсолютный, среднесуточный и относительный<sup>5, 6</sup> приросты живой массы, брали промеры телосложения<sup>7, 8</sup>, характеризующие особенности экстерьеря и развитие животных (высоту в холке, высоту в крестце, обхват груди, косую длину туловища, обхват пясти).

Динамику пропорциональности развития животных оценивали, вычислив индексы телосложения<sup>2, 3</sup> (растянутости, сбитости, массивности, костистости и перерослости). Анализ динамики развития молодняка романовских овец, выращенных в условиях Уссурийского городского округа Приморского края, проводили, ориентируясь на экстерьерные показатели овец романовской породы, выращенных в племенном репродукторе ООО «Тутаевское» (Тутаевский р-н, Ярославская обл., Россия), что позволило оценить возрастное формирование породных экстерьерных показателей у исследуемого молодняка.

Контроль физиологического состояния животных осуществляли ежемесячно в одни и те же сроки путем осмотра и взятия проб крови. У животных кровь брали из яремной вены с соблюдением методов асептики и антисептики<sup>9</sup>.

Клинические и биохимические исследования крови проводили с применением классических и современных методов исследований. Клинические исследования крови включали классический метод подсчета общего количества эритроцитов и лейкоцитов в камере Горяева («МиниМед», Россия), определение количества гемоглобина — колориметрическим методом с использованием гемометра Сали («Гемоглобинометр ГС-3», «Медтехника», Россия), скорости оседания эритроцитов — с помощью СОЭ-метра (ПР-3 по ТУ 9443-009-52876351-2008, комплект № 2, производитель «МиниМед», Россия)<sup>10</sup>.

Для контроля результатов клинических исследований крови часть проб исследовали с помощью автоматического гематологического

анализатора Mindray BS-2800Vet (Китай). Биохимические исследования включали определение содержания в сыворотке крови глюкозы, мочевины, кальция, фосфора, общего белка, щелочной фосфатазы, альбумина и креатинина с помощью биохимического гематологического анализатора крови Mindray BS-120 (Китай).

Живую массу овец определяли путем взвешивания на специальных площадочных весах ЕВ 4 («ПетВес», Россия): взрослых животных взвешивали с точностью до 1 кг, молодняк — до 0,5 кг.

Результаты опыта были обработаны биометрически<sup>11</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Мясная продуктивность овец — это количество и качество полученного мяса, она определяет эффективность отрасли овцеводства. Живая масса — один из самых важных признаков продуктивности, с которыми связан уровень производства баранины. Это многофакторный признак, ее величина тесно связана с породой, полом животных, условиями кормления и содержания.

Чтобы оценить мясную продуктивность, используют такие показатели, как величина живой массы, убойная масса и убойный выход, индексы телосложения, экстерьерный профиль, коэффициент мясности, пищевая ценность.

В данной работе авторы анализировали динамику живой массы, приросты, показатели промеров и индексов телосложения подопытного молодняка овец.

Динамика живой массы и приросты молодняка овец за период исследований представлены в таблице 1.

При оценке роста сельскохозяйственных животных (наряду с оценкой живой массы) большое значение придают внешним формам животного, его экстерьеру, так как в процессе роста молодняка происходят изменения и в пропорциях телосложения [14].

Данные живой массы подопытного молодняка овец (табл. 1) показывают, что по живой массе наблюдается превосходство животных, получавших в своем рационе кормовую добавку «Левибио» в дозе 5 г/гол в сутки. Так, живая масса молодняка овец опытной группы в возрасте 7 месяцев была 23,20 кг, что на 1,27% выше, чем у животных

<sup>4</sup> European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal L 222. 1999; 0031–0037.

<sup>5</sup> Относительный прирост живой массы рассчитывали по формуле С. Броди.

<sup>6</sup> Теоретические основы производства продукции животноводства: учебное пособие / В.В. Ляшенко, А.В. Губина, И.В. Каешова, А.А. Наумов. Пенза: ПГАУ. 2019; 277. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142032> (дата обращения: 02.12.2024).

<sup>7</sup> Кудряшов С.А. Практические занятия по курсу разведения сельскохозяйственных животных / С.А. Кудряшов; под ред. Д.А. Кисловского. Москва. 1958; 368.

<sup>8</sup> Борисенко Е.Я. Практикум по разведению с.-х. животных / К.В. Баранова, А.П. Лисицын. М.: КолосС. 1984; 232.

<sup>9</sup> Федеральный закон «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2018 № 498-ФЗ. 18 с.

<sup>10</sup> Практикум по физиологии и этологии животных / В.Ф. Лысов, Т.В. Ипполитова, В.И. Максимов, Н.С. Шевелев / под ред. проф. В.И. Максимова. М.: КолосС. 2010.

<sup>11</sup> Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: КолосС. 1969.

Таблица 1. Динамика живой массы молодняка овец за период исследований,  $M \pm m$   
Table 1. Dynamics of live weight of young sheep during the research period,  $M \pm m$

| Показатели                                  | Группа      | Начало опыта | Через 1 месяц | Через 2 месяца | Через 3 месяца |
|---------------------------------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Возраст, мес.                               | –           | 6            | 7             | 8              | 9              |
| Средняя живая масса, кг                     | контрольная | 19,45 ± 1,39 | 22,91 ± 1,53  | 26,84 ± 1,65   | 30,84 ± 1,59   |
|                                             | опытная     | 20,51 ± 1,05 | 23,20 ± 0,97  | 27,45 ± 1,18   | 32,44 ± 1,37   |
| Абсолютный прирост живой массы за месяц, кг | контрольная | –            | 3,46 ± 0,29   | 3,93 ± 0,27    | 3,95 ± 0,36    |
|                                             | опытная     | –            | 2,69 ± 0,37   | 4,21 ± 0,38    | 4,99 ± 1,37*   |
| Среднесуточный прирост живой массы, г       | контрольная | –            | 115,0 ± 9,8   | 131,0 ± 8,9    | 131,7 ± 12,0   |
|                                             | опытная     | –            | 89,0 ± 12,5   | 140,0 ± 12,7   | 166,3 ± 11,3*  |
| Относительный прирост живой массы, %        | контрольная | –            | 16,7 ± 1,7    | 15,3 ± 0,7     | 14,8 ± 1,7     |
|                                             | опытная     | –            | 12,7 ± 2,2    | 17,3 ± 1,8     | 18,2 ± 1,6     |

Примечание: \* разница между показателями контрольной и опытной групп достоверна,  $p = 0,05$ .

в контрольной группе, в возрасте 8 месяцев — 27,45 кг (на 2,27% выше), в возрасте 9 месяцев — 32,44 кг (на 5,19% выше).

Анализ полученных данных показал, что во все возрастные периоды от животных опытной группы получено абсолютного прироста живой массы больше, чем от их сверстников из контрольной группы. Через два месяца эксперимента абсолютный прирост живой массы в опытной группе увеличился на 0,28 кг и составил 4,21 кг, через 3 месяца — на 1,04 кг и достиг 4,99 кг, в то время как у животных в контрольной группе прирост составил 3,95 кг. За период эксперимента от животных опытной группы получены 11,93 кг абсолютного прироста живой массы, что на 4,74% больше по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе — 11,39 кг.

Расчет среднесуточного прироста живой массы показывает, что в возрасте 8 месяцев (через 2 месяца от начала эксперимента) абсолютный среднесуточный прирост живой массы в опытной группе составил 140 г, или на 6,9% больше, чем у животных в контрольной группе. В 9-месячном возрасте среднесуточный прирост живой массы

по опытной группе превосходил на 34,6 г, или на 26,3%. За период исследований средний абсолютный среднесуточный прирост по опытной группе составил 131,8 г ( $p = 0,05$ ).

В течение всего опыта относительный прирост живой массы животных опытной группы составил 18,2 г (1,6%), тогда как у животных контрольной группы этот показатель был 14,8 г (1,7%).

Линейные промеры животных позволяют судить об их телосложении, а изменение этих промеров в различные возрастные периоды дает четкое представление об энергии роста и степени развития, формирования типа животных [15].

При анализе линейных промеров (табл. 2) выявлено, что в ходе эксперимента у подопытного молодняка овец на начальном этапе наблюдались незначительные отклонения по величине основных промеров. Различия экстерьерных признаков у молодняка овец подопытных групп стали наиболее существенными начиная с 7-месячного возраста — после месяца скормливания им кормовой добавки «Левибио». Было отмечено, что молодняк опытной группы превосходил сверстников из контрольной группы по высоте в холке на 4,45%, по высоте в крестце — на 2,63%. В 8-месячном возрасте по основным линейным промерам преимущество имели животные опытной группы: по высоте в холке — 5,06%, по косой длине туловища — 2,10%, по высоте в холке — 5,10%, по высоте в крестце — 3,25% в среднем, чем у молодняка в контрольной группе. В 9-месячном возрасте молодняк опытной группы превосходил

Таблица 2. Динамика изменения промеров и индексов контрольной и опытной групп овец,  $M \pm m$

Table 2. Dynamics of changes in measurements and indices of the control and experimental groups of young sheep,  $M \pm m$

| Сроки            | Возраст, мес. | Промеры                 |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |
|------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|                  |               | Обхват груди            |                   | Косая длина туловища    |                   | Высота в холке          |                   | Высота в крестце        |                   | Обхват пясти            |                   |
|                  |               | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа |
| Начало опыта     | 6             | 71,6±2,1                | 71,8±2,4          | 53,9±1,5                | 52,4±0,9          | 57,6±1,2                | 59,1±1,1          | 60,0±2,3                | 61,5±1,1          | 7,3±0,2                 | 7,2±0,1           |
| Через 1 месяц    | 7             | 76,8±2,1                | 76,8±1,9          | 55,6±1,7                | 55,5±1,4          | 58,3±1,3                | 60,9±0,7          | 60,8±1,6                | 62,4±1,0          | 7,3±0,2                 | 7,4±0,2           |
| Через 2 месяца   | 8             | 81,0±2,3                | 85,1±1,9          | 57,4±1,5                | 58,6±0,8          | 58,8±1,4                | 61,8±0,6          | 61,4±1,4                | 63,4±0,9          | 7,6±0,2                 | 7,6±0,2           |
| Через 3 месяца   | 9             | 86,1±2,4                | 88,0±1,5          | 61,6±1,3                | 61,5±0,7          | 59,9±1,5                | 62,6±0,7          | 62,5±1,4                | 64,3±0,7          | 7,8±0,1                 | 7,8±0,1           |
| ООО «Тутаевское» |               | 87,7–89,2±1,51          |                   | 65,6–66,4±1,1           |                   | 64,9–66,5±0,7           |                   | 63,4–64,9±0,7           |                   | 7,3–7,8±0,2             |                   |
| Сроки            | Возраст, мес. | Индекс                  |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |
|                  |               | растянутости            |                   | сбитости                |                   | массивности             |                   | костистости             |                   | перерослости            |                   |
|                  |               | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа | контроль-<br>ная группа | опытная<br>группа |
| Начало опыта     | 6             | 93,8±1,9                | 86,9±1,3          | 118,8±7,9               | 137,1±3,5         | 125,6±2,5               | 121,4±2,9         | 12,7±0,4                | 12,2±0,2          | 104,2±1,6               | 103,7±0,5         |
| Через 1 месяц    | 7             | 95,8±2,0                | 90,7±1,9          | 138,4±1,4               | 137,0±4,7         | 131,9±2,4               | 125,1±2,7         | 12,6±0,4                | 12,2±0,3          | 104,3±1,4               | 101,8±0,8         |
| Через 2 месяца   | 8             | 98,3±2,7                | 95,0±1,9          | 142,1±2,2               | 145,3±3,3         | 138,0±2,1               | 137,9±3,2         | 13,0±0,3                | 12,4±0,3          | 104,6±1,6               | 102,6±0,8         |
| Через 3 месяца   | 9             | 103,1±1,8               | 98,3±1,4          | 140,1±4,1               | 143,2±2,5         | 144,1±2,8               | 140,6±2,4         | 13,1±0,2                | 12,5±0,2          | 104,4±0,9               | 102,6±0,4         |
| ООО «Тутаевское» |               | 94,1–101,4              |                   | 118,1–139,4             |                   | 134,1–135,1             |                   | 10,1–12,7               |                   | 91,2–106,2              |                   |

своих аналогов из контрольной группы по обхвату груди на 2,21%, по высоте в холке на 4,51%, по высоте в крестце на 2,88%.

При сравнении промеров телосложения подопытных овец с промерами овец, выращиваемых в племрепродукторе ООО «Тутаевское» (взятых за стандарт), складывается следующая картина (табл. 2): схожесть по обхвату груди животных контрольной группы составила 98,17%, опытной группы — 100,3%, косая длина туловища — 93,9% и 93,75% соответственно, высота в холке — 92,29% и 96,9% соответственно, высота в крестце — 98,58% и 101,41% соответственно, обхват пясти — по 100%.

Полученные данные показывают, что через 3 месяца от начала эксперимента у животных опытной группы были больше следующие промеры телосложения: обхват груди — на 1,9 см, или на 2,21%; высота в холке — на 2,7 см, или на 4,5%; высота в крестце — на 1,8 см, или на 2,88%.

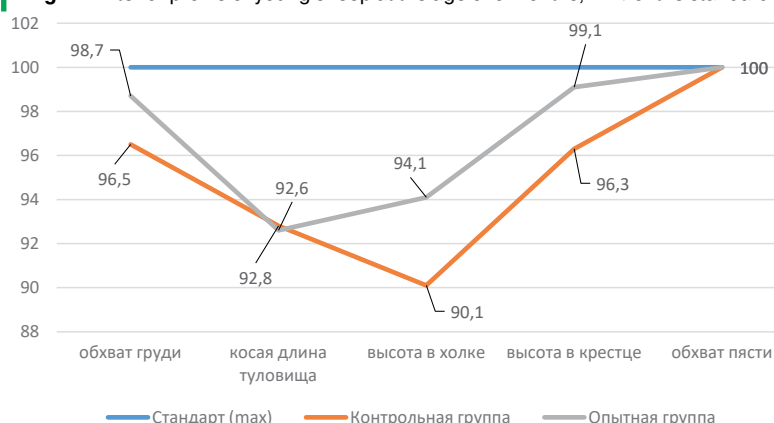
Рассчитанные на основании промеров телосложения индексы показывают, что некоторые из них были меньше у животных опытной группы по сравнению с индексами контрольной группы. Так, индекс растянутости — на 4,8%, индекс массивности — на 3,5%, индекс костистости — на 0,6%, индекс перерослости — на 1,8%. Анализ индексов телосложения подопытных овец с индексами телосложения овец, выращиваемых в племрепродукторе ООО «Тутаевское», показывает соответствие животных в опытной группе по индексу растянутости, индексу костистости, индексу перерослости. Такая закономерность по величине вышеуказанных индексов присуща мясным животным.

Было отмечено, что к 9-месячному возрасту у исследуемого молодняка овец показатели промеров и индексов телосложения имеют близкие значения к их максимальным границам овец романовской породы, разводимых в племрепродукторе ООО «Тутаевское» (рис. 1, 2). Причем у овец опытной группы такие показатели достоверно лучше. Следовательно, использование кормовой добавки «Левибио» в рационе молодняка овец 6–9-месячного возраста позволяет животным лучше реализовать заложенный в них породный потенциал.

Таким образом, следует отметить, что весь опытный молодняк в течение периода наблюдений нормально рос и развивался. При этом все животные отличались пропорциональным телосложением, а животные, получавшие в своем рационе кормовую добавку «Левибио», еще

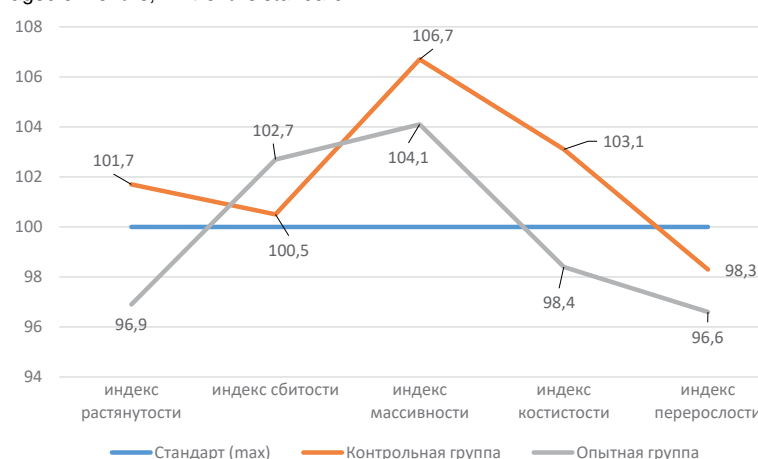
**Рис. 1.** Экстерьерный профиль молодняка овец в возрасте 9 мес., в % от стандарта

**Fig. 1.** Exterior profile of young sheep at the age of 9 months, in % of the standard



**Рис. 2.** Сравнительная характеристика индексов телосложения молодняка овец в возрасте 9 мес., в % от стандарта

**Fig. 2.** Comparative characteristics of body condition indices of young sheep aged 9 months, in % of the standard



и характерной лучшей выраженностью мясных форм.

Интенсивность роста и развития организма животных зависит от обмена веществ — способности преобразовывать питательные вещества корма в продукцию. Метаболизм имеет тесную связь не только с продуктивностью, но и с естественной резистентностью организма и его морфофункциональным состоянием, что отражается на картине крови [16].

В течение эксперимента авторы отслеживали состояние здоровья животных контрольной и опытной групп, проводя регулярные клинические осмотры, взятие крови для общего клинического и биохимического анализа. В таблицах 3, 4 отражены результаты исследований крови.

При определении скорости оседания эритроцитов в крови экспериментальных животных на протяжении всего опыта не выявлено изменений, характерных для патологических процессов в организме, то есть этот показатель находился в границах нормы — 1–2 мм/ч.

Результаты клинических исследований крови выявили, что все показатели в течение эксперимента у молодняка овец (как контрольной, так и опытной

группы) находились в границах нормы (табл. 3). При этом прослеживается возрастная динамика изменений количества эритроцитов и лейкоцитов в сторону их повышения. Так, в возрасте 6 мес. показатели количества эритроцитов и лейкоцитов у молодняка овец (как контрольной, так и опытной группы) были близкими по значению и находились ближе к уровню нижней границы нормы, в возрасте 7 мес. — ближе к среднему значению, 8–9 мес. — на уровне среднего значения с колебаниями ближе к верхней границе нормы. Например, количество эритроцитов в возрасте 6 мес. у овец контрольной группы составило  $7,07 \pm 0,49 \times 10^{12}/л$ , у овец опытной группы —  $7,28 \pm 0,59 \times 10^{12}/л$ , в возрасте 7 мес. —  $8,90 \pm 0,88 \times 10^{12}/л$  и  $8,59 \pm 0,68 \times 10^{12}/л$  соответственно, 8 мес. —  $9,33 \pm 0,39 \times 10^{12}/л$  и  $9,13 \pm 0,6 \times 10^{12}/л$  соответственно, 9 мес. —  $9,88 \pm 0,56 \times 10^{12}/л$  и  $10,05 \pm 0,36 \times 10^{12}/л$  соответственно при норме  $7-12 \times 10^{12}/л$ . Похожая динамика прослеживается и в отношении количества лейкоцитов.

Показатели количества гемоглобина находились на уровне средних значений нормы, при этом у животных контрольной группы они были несколько выше. Например, в возрасте 8 мес. гемоглобин у овец контрольной группы находился на уровне  $103,2 \pm 3,1$  г/л, опытной группы —  $89,8 \pm 4,3$  г/л; в возрасте 9 мес. —  $109,2 \pm 3,2$  г/л и  $103,6 \pm 3,6$  г/л соответственно при норме 70–110 г/л.

Биохимические исследования крови (табл. 4) выявили дисбаланс кальций-фосфорного отношения, а также несоответствующие границам нормы изменения по содержанию в сыворотке крови общего белка, альбумина и щелочной фосфатазы. При этом у животных опытной группы недостаток или избыток перечисленных показателей менее

выражен, чем в контрольной группе. Например, уровень альбумина в сыворотке крови на начало эксперимента (6 мес.) у животных контрольной группы составил  $36,6 \pm 2,2$  г/л, у животных опытной группы —  $31,3 \pm 2,5$  г/л при норме 27–37 г/л, в возрасте 7 мес. —  $39,8 \pm 1,4$  г/л и  $25,6 \pm 1,0$  г/л соответственно, 8 мес. —  $39,7 \pm 1,5$  г/л и  $25,6 \pm 1,1$  г/л соответственно, 9 мес. —  $29,5 \pm 3,0$  г/л и  $23,2 \pm 2,3$  г/л соответственно. У овец опытной группы прослеживается более низкий уровень альбумина по сравнению с контрольной группой,

Таблица 4. Результаты биохимических исследований крови молодняка овец в течение опыта,  $M \pm m$

Table 4. Summary results of biochemical studies of the blood of young sheep during the experiment,  $M \pm m$

| Показатели                     | Ед. изм. | Референсный интервал <sup>9, 13</sup> | Контрольная группа         | Опытная группа              |
|--------------------------------|----------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Начало опыта                   |          |                                       |                            |                             |
| Глюкоза                        | mmol/L   | 2,0–4,5                               | $3,1 \pm 0,2$              | $3,6 \pm 0,3$               |
| Мочевина                       | mmol/L   | 3,7–9,3                               | $8,5 \pm 0,4$              | $7,5 \pm 0,2$               |
| Ca                             | mmol/L   | 2,3–3,4                               | $2,3 \pm 0,1$              | $2,2 \pm 0,1 \downarrow$    |
| P                              | mmol/L   | 1,3–2,4                               | $2,6 \pm 0,1 \uparrow$     | $2,4 \pm 0,2$               |
| Общий белок                    | g/L      | 59,0–78,0                             | $65,7 \pm 1,92$            | $66,4 \pm 1,7$              |
| Щелочная фосфатаза             | U/L      | 30–160                                | $172,4 \pm 10,20 \uparrow$ | $168,2 \pm 14,1 \uparrow$   |
| Альбумин                       | g/L      | 27–37                                 | $36,6 \pm 2,17$            | $31,3 \pm 2,5$              |
| Креатинин                      | mmol/L   | 76–174                                | $76,4 \pm 3,07$            | $80,6 \pm 2,7$              |
| Через 1 месяц от начала опыта  |          |                                       |                            |                             |
| Глюкоза                        | mmol/L   | 2,0–4,5                               | $3,2 \pm 0,20$             | $3,4 \pm 0,2$               |
| Мочевина                       | mmol/L   | 3,7–9,3                               | $8,8 \pm 0,53$             | $8,13 \pm 0,41$             |
| Ca                             | mmol/L   | 2,3–3,4                               | $2,4 \pm 0,02$             | $2,2 \pm 0,1 \downarrow$    |
| P                              | mmol/L   | 1,3–2,4                               | $2,7 \pm 0,1 \uparrow$     | $2,5 \pm 0,2 \uparrow$      |
| Общий белок                    | g/L      | 59,0–78,0                             | $64,1 \pm 2,6$             | $64,7 \pm 2,6$              |
| Щелочная фосфатаза             | U/L      | 30–160                                | $306,0 \pm 50,2 \uparrow$  | $156,8 \pm 10,1$            |
| Альбумин                       | g/L      | 27–37                                 | $39,8 \pm 1,4 \uparrow$    | $25,54 \pm 1,03 \downarrow$ |
| Креатинин                      | mmol/L   | 76–174                                | $73,0 \pm 4,3 \downarrow$  | $80,2 \pm 4,4$              |
| Через 2 месяца от начала опыта |          |                                       |                            |                             |
| Глюкоза                        | mmol/L   | 2,0–4,5                               | $2,9 \pm 0,3$              | $2,5 \pm 0,2$               |
| Мочевина                       | mmol/L   | 3,7–9,3                               | $9,4 \pm 0,7 \uparrow$     | $6,6 \pm 0,2$               |
| Ca                             | mmol/L   | 2,3–3,4                               | $2,5 \pm 0,1$              | $2,3 \pm 0,1$               |
| P                              | mmol/L   | 1,3–2,4                               | $2,7 \pm 0,1 \uparrow$     | $2,1 \pm 0,1$               |
| Общий белок                    | g/L      | 59,0–78,0                             | $64,2 \pm 2,5$             | $56,0 \pm 0,9 \downarrow$   |
| Щелочная фосфатаза             | U/L      | 30–160                                | $323,1 \pm 46,5 \uparrow$  | $292,2 \pm 57,7 \uparrow$   |
| Альбумин                       | g/L      | 27–37                                 | $39,7 \pm 1,5 \uparrow$    | $25,6 \pm 1,1 \downarrow$   |
| креатинин                      | mmol/L   | 76–174                                | $63,4 \pm 4,1 \downarrow$  | $76,4 \pm 3,4$              |
| Через 3 месяца от начала опыта |          |                                       |                            |                             |
| Глюкоза                        | mmol/L   | 2,0–4,5                               | $3,2 \pm 0,1$              | $2,9 \pm 0,1$               |
| Мочевина                       | mmol/L   | 3,7–9,3                               | $7,1 \pm 0,2$              | $6,5 \pm 0,3$               |
| Ca                             | mmol/L   | 2,3–3,4                               | $2,4 \pm 0,1$              | $2,3 \pm 0,1$               |
| P                              | mmol/L   | 1,3–2,4                               | $2,4 \pm 0,2$              | $2,0 \pm 0,1$               |
| Общий белок                    | g/L      | 59,0–78,0                             | $55,6 \pm 6,0 \downarrow$  | $55,1 \pm 3,9 \downarrow$   |
| Щелочная Фосфатаза             | U/L      | 30–160                                | $377,6 \pm 34,2 \uparrow$  | $278,3 \pm 36,9 \uparrow$   |
| Альбумин                       | g/L      | 27–37                                 | $29,5 \pm 3,0$             | $23,2 \pm 2,3 \downarrow$   |
| Креатинин                      | mmol/L   | 76–174                                | $67,5 \pm 5,3 \downarrow$  | $91,3 \pm 4,9$              |

Примечание:  $\uparrow$  — отмечено повышение уровня показателя крови по сравнению с нормой,  $\downarrow$  — отмечено понижение уровня показателя крови по сравнению с нормой.

Таблица 3. Результаты клинических исследований крови молодняка овец в течение опыта,  $M \pm m$

Table 3. Summary results of clinical studies of the blood of young sheep during the experiment,  $M \pm m$

| Группы                                            | Возраст животных, мес. | Показатели крови        |                      |                 |
|---------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|
|                                                   |                        | эритроциты              | лейкоциты            | гемоглобин      |
| Показатели нормы, единицы измерения <sup>12</sup> |                        | $7-12 \times 10^{12}/л$ | $6-14 \times 10^9/л$ | 70–110 г/л      |
| Начало опыта                                      |                        |                         |                      |                 |
| Контрольная                                       | 6                      | $7,07 \pm 0,49$         | $7,92 \pm 0,77$      | $92,0 \pm 6,6$  |
| Опытная                                           |                        | $7,28 \pm 0,59$         | $7,05 \pm 0,62$      | $90,0 \pm 3,9$  |
| Через 1 месяц от начала опыта                     |                        |                         |                      |                 |
| Контрольная                                       | 7                      | $8,90 \pm 0,88$         | $9,41 \pm 0,96$      | $101,0 \pm 5,1$ |
| Опытная                                           |                        | $8,59 \pm 0,68$         | $8,01 \pm 0,66$      | $85,8 \pm 4,9$  |
| Через 2 месяца от начала опыта                    |                        |                         |                      |                 |
| Контрольная                                       | 8                      | $9,33 \pm 0,39$         | $10,02 \pm 1,12$     | $103,2 \pm 3,1$ |
| Опытная                                           |                        | $9,13 \pm 0,62$         | $8,90 \pm 0,34$      | $89,8 \pm 4,3$  |
| Через 3 месяца от начала опыта                    |                        |                         |                      |                 |
| Контрольная                                       | 9                      | $9,88 \pm 0,56$         | $8,74 \pm 0,57$      | $109,2 \pm 3,2$ |
| Опытная                                           |                        | $10,05 \pm 0,36$        | $9,18 \pm 0,83$      | $103,6 \pm 3,6$ |

<sup>12</sup> Гематология: учебник / Ю.Г. Васильев и др. СПб.: Лань. 2020; 464.

<sup>13</sup> Биохимия для сельскохозяйственных животных (краевой ветеринарный диагностический центр АверсВет) [электронный ресурс]. — URL: <https://altaivet.ru/biokhimiya-dlya-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh-1>

что, возможно, связано с более интенсивным обменом белков в растущем организме, формирующем мышечную массу.

Обращает внимание высокий уровень щелочной фосфатазы (далее — ЩФ) у молодняка овец обеих групп. На начало эксперимента он составил в сыворотке крови у овец контрольной группы  $172,4 \pm 10,2$  U/L, у овец опытной группы  $168,2 \pm 14,1$  U/L при норме 30–160 U/L, в возрасте 7 мес. —  $306,0 \pm 50,2$  U/L и  $156,8 \pm 10,1$  U/L соответственно, 8 мес. —  $323,1 \pm 46,5$  U/L и  $292,2 \pm 57,7$  U/L соответственно, 9 мес. —  $377,6 \pm 34,2$  U/L и  $278,3 \pm 36,9$  U/L соответственно. При этом уровень ЩФ у молодняка овец опытной группы значительно ниже по сравнению с таковой в контрольной группе. У молодняка активность ЩФ может возрастать по сравнению со средними показателями у взрослых животных в несколько раз, и это не является признаком патологии. Она особенно значительна в ходе активного роста животных и снижается до взрослого уровня к моменту половой зрелости. Повышение ЩФ характерно при дисбалансе кальций-фосфорного отношения, что сопровождается не только повышением ЩФ, но и изменением белковых фракций в сыворотке крови.

Все клинические показатели (состояние шерстного покрова, слизистых оболочек, температура тела, частота дыхания, частота сердцебиения) у всех животных (как контрольной, так и опытной группы) находились в пределах физиологических норм. При этом две овцы в контрольной группе в конце августа заболели тимпанией, и им была оказана своевременная ветеринарная помощь. В опытной группе патологий пищеварительного тракта у овец не наблюдалось.

## Выводы/Conclusions

Эксперимент по использованию добавки «Левибио» в кормлении молодняка овец в период с 6 до 9 месяцев показал, что животные опытной группы интенсивно росли, их живая масса составила  $32,44 \pm 1,37$  кг, что на 5,18% выше, чем у животных в контрольной группе. Абсолютный прирост живой массы за учетный период увеличился на 11,39 кг, что больше на 4,74%, чем в контрольной группе, при среднесуточном приросте 132 г, в то время как относительный прирост составил  $18,2 \pm 1,6\%$ .

Линейные измерения животных опытной группы показывают, что они были больше: по высоте в холке — на 5,06%, по косой длине туловища — на 2,10%, по высоте в холке — на 5,10%, по высоте в крестце — на 3,25% в среднем, чем у молодняка в контрольной группе. Индексы телосложения показывают компактность и пропорциональность телосложения животных в опытной группе. Проведенные у молодняка овец опытной группы в ходе эксперимента клинические исследования крови не выявили отклонений от физиологической нормы, а также не отмечено патологий со стороны функционирования пищеварительного тракта.

Таким образом, использование кормовой добавки «Левибио» в дозе 5 г/гол в сутки способствует улучшению переваримости корма и усвояемости питательных веществ рациона, что положительно сказалось на показателях роста и развития животных, а также помогает сохранять здоровье и лучше адаптироваться к условиям нестабильного климата Приморского края.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование проведено в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 122022600068-5.

## FUNDING

The study was conducted as part of the scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on topic No. 122022600068-5.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амерханов Х.А. Развитие овцеводства и козоводства будет идти вперед по нарастающей. *Актуальные аспекты ведения овцеводства и козоводства в современных условиях. Сборник.* М.: Росинформагротех. 2012; 3–12.
2. Левин Ю.А., Волков А.В., Еремеева В.Д. Инвестиционное и институциональное обеспечение развития природно-ресурсного сектора экономики Дальнего Востока. *Инновации и инвестиции.* 2020; (7): 207–211. <https://www.elibrary.ru/ulfnwm>
3. Врублевская В.В., Мамаева А.И. Оценка состояния мясного рынка и воспроизводственного процесса в условиях обеспечения продовольственной безопасности. *Статистика и экономика.* 2022; 19(6): 21–27. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2022-6-21-27>
4. Маринченко Т.Е. Мировые тенденции в овцеводстве и перспективы в России. *Аграрный сектор.* 2019; (4): 106–112. <https://www.elibrary.ru/wrznjsj>

## REFERENCES

1. Amerkhanov Kh.A. Development of sheep and goat breeding will go forward at an increasing rate. *Current aspects of sheep and goat breeding in modern conditions. Collection.* Moscow: Rosinformagrotech. 2012; 3–12 (in Russian)
2. Levin Yu.A., Volkov A.V., Eremeeva V.D. Investment and institutional support for the natural resource sector development of the Far East economy. *Innovation & Investment.* 2020; (7): 207–211 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ulfnwm>
3. Vrublevskaya V.V., Mamaeva A.I. Assessment of the State of the Meat Market and the Reproductive Process in Terms of Ensuring Food Security. *Statistics and Economics.* 2022; 19(6): 21–27 (in Russian). <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2022-6-21-27>
4. Marinchenko T.E. Global trends in sheep breeding and prospects in Russia. *Agrarnyy sektor.* 2019; (4): 106–112 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wrznjsj>

5. Григорьев М.Ф., Черноградская Н.М., Григорьева А.И., Попова А.В., Макаров К.П. Эффективность кормления молодняка овец с использованием нетрадиционных кормовых добавок. *Journal of Agriculture and Environment*. 2021; (4): 11. <https://doi.org/10.23649/jae.2021.4.20.11>
6. Зиянгирова С.Р., Миронова И.В., Галиева З.А., Газеев И.Р. Динамика роста овец романовской породы при раздельном и совместном использовании кормовых добавок «Глауконит» и «Биогумитель». *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; (3): 243–246. <https://www.elibrary.ru/xrtryl>
7. Marinchenko T.E. Ways of increasing the efficiency of sheep breeding in the russian federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021". IOP Publishing Ltd, 2022; 012096. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/949/1/012096>
8. Aboneev V., Osepchuk D., Kulikova A., Aboneev D., Aboneeva E., Kolosov Y. Productivity of offspring of various origin depending on the level of feeding of ewes and morphofunctional features of their placenta. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Agricultural Innovation Systems*. Ussuriysk. 2022; 2(354): 1167–1172. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_132](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_132)
9. Kharitonov E., Lisova E. Fattening of lambs with mixed feeds of different protein feeds. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Agricultural Innovation Systems*. Ussuriysk. 2022; 2(354): 680–689. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_75](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_75)
10. Молчанов А.В., Козин А.Н., Першутин В.А., Молчанов В.А. Мясность молодняка овец эдильбаевской породы при введении в рацион фитогенной кормовой добавки. *Сельскохозяйственный журнал*. 2024; (4): 119–126. <https://www.elibrary.ru/riblsu>
11. Убушаев Б.С., Натиров А.К., Салаев Б.К., Мороз Н.Н., Кугультинова Д.А. Эффективность использования природной минеральной кормовой добавки при выращивании молодняка овец. *Аграрно-пищевые инновации*. 2021; 14(2): 59–67. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-14-59-67>
12. Девяткин В.А. Рубцовое пищеварение и обмен веществ у овец при скормливанием пробиотического комплекса на основе бактерий *Bacillus subtilis* B-2998D, B-3057D и *Bacillus licheniformis* B-2999D. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019; (3): 151–156. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-3-151-156>
13. Филоненко В.А., Чачин А.В., Галкина Т.П. Эффективность кормовой добавки «Яросил» при выращивании романовских ягнят в подсосный период. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2020; (1): 34–36. <https://www.elibrary.ru/ohwevp>
14. Баймишев Х.Б., Траисов Б.Б., Баймишев М.Х., Есенгалиев К.Г. Взаимосвязь интерьерных показателей ягнят разных генотипов с их продуктивностью. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (2): 32–38. <https://www.elibrary.ru/ilgiuy>
15. Мугаев М.А., Хататаев С.А., Григорян Л.Н. Влияние сезона ягнения овец романовской породы на живую массу потомства. *Зоотехния*. 2011; (12): 19–21. <https://www.elibrary.ru/okbeaz>
16. Двалишвили В.Г., Барунмаа Ч.М. Гематологические показатели молодняка мясо-шерстных овец разного происхождения. *Вестник Тувинского государственного университета. Выпуск 2. Естественные и сельскохозяйственные науки*. 2020; (1): 39–44. <https://www.elibrary.ru/otkvkw>
5. Grigoriev M.F., Chernogradskaya N.M., Grigorieva A.I., Popova A.V., Makarov K.P. The effectiveness of feeding growing sheep using nontraditional feed additives. *Journal of Agriculture and Environment*. 2021; (4): 11 (in Russian). <https://doi.org/10.23649/jae.2021.4.20.11>
6. Ziyangirova S.R., Mironova I.V., Galieva Z.A., Gazeev I.R. Dynamics of romanovsky sheep growth when fed diets supplemented with "Glaucanite" and "Biogumitel" used separately or combined. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (3): 243–246 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xrtryl>
7. Marinchenko T.E. Ways of increasing the efficiency of sheep breeding in the russian federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021". IOP Publishing Ltd, 2022; 012096. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/949/1/012096>
8. Aboneev V., Osepchuk D., Kulikova A., Aboneev D., Aboneeva E., Kolosov Y. Productivity of offspring of various origin depending on the level of feeding of ewes and morphofunctional features of their placenta. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Agricultural Innovation Systems*. Ussuriysk. 2022; 2(354): 1167–1172. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_132](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_132)
9. Kharitonov E., Lisova E. Fattening of lambs with mixed feeds of different protein feeds. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Agricultural Innovation Systems*. Ussuriysk. 2022; 2(354): 680–689. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_75](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_75)
10. Molchanov A.V., Kozin A.N., Pershutin V.A., Molchanov V.A. Meatiness of young sheep of the Edilbaev breed when a phytogenic feed additive is introduced into the diet. *Agricultural Journal*. 2024; (4): 119–126 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/riblsu>
11. Ubushaev B.S., Natirov A.K., Salaev B.K., Moroz N.N., Kugultinova D.A. The effectiveness of the use of natural mineral feed additives in the cultivation of young sheep. *Agrarian-and-food innovations*. 2021; 14(2): 59–67 (in Russian). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-14-59-67>
12. Devyatkin V.A. Ruminant digestion and metabolism of sheep in case of application of a probiotic complex based on *Bacillus subtilis* B-2998D, B-3057D and *Bacillus licheniformis* B-2999D Bacteria. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019; (3): 151–156 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-3-151-156>
13. Filonenko V.A., Chachin A.V., Galkina T.P. Efficiency of the feed additive "Yarosil" in growing Romanov lambs during the suckling period. *Sheep, goats, wool business*. 2020; (1): 34–36 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ohwevp>
14. Baimishev H.B., Traisov B.B., Baimishev M.H., Esengaliyev K.G. Relationship of lamb interior indicators of different genotypes with their productivity. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2021; (2): 32–38 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ilgiuy>
15. Mugaev M.A., Khatataev S.A., Grigoryan L.N. Influence of lambing seasons of Romanovskay breed sheeps on growth of posterity. *Zootekniya*. 2011; (12): 19–21 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/okbeaz>
16. Dvalishvili V.G., Barunmaa Ch.M. Hematological indicators of young meat-wool sheep of different origin. *Vestnik of Tuvan State University. Natural and agricultural sciences*. 2020; (1): 39–44 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/otkvkw>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Светлана Викторовна Теребова<sup>1</sup>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории животноводства  
 terebovasv@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9845-5729>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Svetlana Viktorovna Terebova<sup>1</sup>

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Animal Husbandry  
 terebovasv@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9845-5729>

**Юрий Петрович Никулин<sup>2</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
 nikyssyr@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2090-4934>

**Ольга Азгатовна Никулина<sup>2</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
 olga\_azgatovna@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1659-3088>

**Екатерина Константиновна Черепанова<sup>2</sup>**

студент  
 shinri\_gakusha@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0005-7990-9093>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр агробиотехнологий  
 Дальнего Востока им. А.К. Чайки,  
 ул. Воложенина, 30, Тимирязевский, Уссурийск, 692539,  
 Россия

<sup>2</sup>Приморский государственный аграрно-технологический  
 университет,  
 пр-т им. Блюхера, 44, Уссурийск, 692510, Россия

**Yuri Petrovich Nikulin<sup>2</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
 nikyssyr@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2090-4934>

**Olga Azgatovna Nikulina<sup>2</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
 olga\_azgatovna@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1659-3088>

**Ekaterina Konstantinovna Cherepanova<sup>2</sup>**

Student  
 shinri\_gakusha@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0005-7990-9093>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology  
 of the Far East named after A.K. Chaika,  
 30 Volozhenina Str., Timiryazevsky, Ussuriysk, 692539,  
 Russia

<sup>2</sup>Primorsky State Agrarian-Technological University,  
 44 Blucher Ave., Ussuriysk, 692510, Russia



## СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ

Международная агропромышленная выставка



**5–7 ноября 2025**

**350+**

компаний  
принимают участие

**8500+**

профессиональных  
посетителей

**ЛИДЕРЫ РЫНКА ПРЕДСТАВЛЯЮТ**

- Сельхозтехнику и оборудование.
- Технологии для растениеводства и животноводства.
- Решения для переработки, хранения и логистики.

**НАЙДИТЕ СВОИХ КЛИЕНТОВ НА СИБИРСКОЙ АГРАРНОЙ НЕДЕЛЕ!**

[sibagroweek.ru](http://sibagroweek.ru)



Место проведения :

 **НОВОСИБИРСК  
ЭКСПО ЦЕНТР**

Организатор:



СИБИРСКАЯ  
ВЫСТАВОЧНАЯ  
КОМПАНИЯ

 +7 (383) 304-83-88

 [sibagroweek](https://vk.com/sibagroweek)

 [@sibagroweek](https://t.me/sibagroweek)

РЕКЛАМА 0+



М.М. Никитина

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия

✉ nikitina-1970@yandex.ru

Поступила в редакцию: 24.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Никитина М.М.

Research article

 creative commons  
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-71-76

Marina M. Nikitina

Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia — branch of the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Zelenoe village, Republic of Khakassia, Russia

✉ nikitina-1970@yandex.ru

Received by the editorial office: 24.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Nikitina M.M.

## Сравнение быков-производителей по молочной продуктивности дочерей в ООО «Целинное» Республики Хакасия

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Ввиду разнообразия происхождения стад и природно-климатических условий, а также технологий содержания животных необходимы регулярная оценка генеалогических линий и испытание быков-производителей по качеству потомства, чтобы вести подбор с гарантией наибольшего эффекта.

**Методы.** Исследования по изучению молочной продуктивности коров красно-пестрой породы в зависимости от их линейной принадлежности и сравнению быков-производителей по продуктивности их дочерей проводились в 2024 г. в ООО «Целинное» Республики Хакасия. У коров-первотелок учитывались удои за 305 дней, МДЖ и МДБ в молоке, количество молочного жира и белка, живая масса и коэффициент молочности.

**Результаты.** При межлинейном сравнении показателей молочной продуктивности коров-первотелок лучшими по удою были потомки линии Вис Бэк Айдиал 1013415, превышение над сверстницами из линии Рефлекшн Соверинг 198998 по удою на 199,53 кг (3,27%) ( $p > 0,999$ ), по живой массе на 4,59 кг (0,86%) ( $p > 0,95$ ), по коэффициенту молочности на 28,15 кг (2,46%) ( $p > 0,999$ ). Наивысший удой среди потомков этой линии имели дочери быка-производителя Мэдмена 4719 (6433–4,14–266,3–3,28–211,0). Наименьший удой был у дочерей Мадрида 13509 линии Рефлекшн Соверинг 198998 (5957–4,14–246,8–3,27–194,9). В линии Рефлекшн Соверинг 198998 лучшими по продуктивности дочерей были быки-производители Талант 4117 и Спикер 4401, однако для их потомков характерна наименьшая живая масса — 507–512 кг. Полученные в ходе исследований данные помогут специалистам животноводства проводить успешную селекцию по созданию высокопродуктивных стад молочного скота.

**Ключевые слова:** коровы, быки-производители, красно-пестрая порода, генеалогическая линия, молочная продуктивность

**Для цитирования:** Никитина М.М. Сравнение быков-производителей по молочной продуктивности дочерей в ООО «Целинное» Республики Хакасия. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 71–76.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-71-76>

## Comparison of sires in terms of milk productivity of daughters in “Tselinnoe” LLC, Republic of Khakassia

### ABSTRACT

**Relevance.** Due to the diversity of herd origins and natural and climatic conditions, as well as animal husbandry technologies, regular evaluation of genealogical lines and testing of breeding bulls for the quality of their offspring is necessary in order to conduct selection with a guarantee of the greatest effect.

**Methods.** Research on the study of milk productivity of red-and-white cows depending on their linear affiliation and comparison of breeding bulls by the productivity of their daughters was conducted in 2024 at Tselinnoye LLC in the Republic of Khakassia. In first-calf cows, the milk yield for 305 days, the fat and protein content in milk, the amount of milk fat and protein, live weight and milk coefficient were taken into account.

**Results.** In the interline comparison of the milk productivity indices of first-calf heifers, the best in terms of milk yield were the descendants of the line Vis Back Ideal 1013415, exceeding their peers from the line Reflection Sovering 198998 in milk yield by 199.53 kg (3.27%) ( $p > 0.999$ ), live weight by 4.59 kg (0.86%) ( $p > 0.95$ ), milk coefficient by 28.15 kg (2.46%) ( $p > 0.999$ ). The highest milk yield among the descendants of this line was demonstrated by the daughters of the bull-producer Madman 4719 (6433–4.14–266.3–3.28–211.0). The lowest milk yield was observed in the daughters of Madrid 13509 of the Reflection Sovering 198998 line (5957–4.14–246.8–3.27–194.9). In the Reflection Sovering 198998 line, the best daughters in terms of productivity were the bulls Talant 4117 and Speaker 4401, however, their descendants are characterized by the lowest live weight — 507–512 kg. The data obtained during the research will help livestock specialists to conduct successful selection for the creation of highly productive herds of dairy cattle.

**Key words:** cows, breeding bulls, red-and-white breed, genealogical line, milk productivity

**For citation:** Nikitina M.M. Comparison of sires in terms of milk productivity of daughters in “Tselinnoe” LLC, Republic of Khakassia. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 71–76 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-71-76>

## Введение/Introduction

Центральным звеном селекционной работы в процессе совершенствования отдельных популяций и пород молочного скота является разведение животных в зависимости от линейной принадлежности. Исследованиями различных авторов доказано, что каждая конкретная линия оказывает влияние на молочную продуктивность коров [1–6]. По мнению других, уровень продуктивности зависит от эффективности использования и племенных достоинств быков-производителей и фактор «отец» оказывает более существенное влияние, чем фактор «линия» [7].

Задача линейного разведения состоит в том, чтобы сохранить, развить и наследственно закрепить ценные качества родоначальника в линии и тем самым превратить достоинства отдельных лучших животных в достоинства групповые. Для этого необходимо постоянно анализировать предыдущие результаты, выявлять оптимальные варианты подбора быков-производителей к маточному поголовью и использовать в дальнейшем установленные закономерности наследования высокой продуктивности [8, 9].

Совершенствование молочного скота невозможно без использования генетического потенциала лучшего мирового генофонда [10, 11]. По мнению исследователей, генетическое улучшение молочного стада на 85–90% определяется племенной ценностью используемых быков-производителей [12]. Поэтому требования к быкам, будущим отцам коров, должны быть очень высокими. Оценка племенного потенциала быков, их способности передавать его по наследству является наиболее актуальной задачей в племенной работе в каждом стаде крупного рогатого скота. Самое полное представление о генетической ценности производителей можно получить лишь на основании их испытания по качеству потомства [13]. Систематический целенаправленный отбор и научно-обоснованный подбор родительских пар позволяют получать животных с высокой продуктивностью без дополнительных материальных затрат.

*Цели исследований* — дать сравнительную характеристику коров разных линий по молочной продуктивности и оценить быков-производителей по продуктивности дочерей.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2024 г. в ООО «Целинное» (Ширинский р-н, Республика Хакасия, Российская Федерация). С 2020 года данное хозяйство получило статус племенного репродуктора по красно-пестрой породе крупного рогатого скота. На 01.01.2025 поголовье крупного рогатого

скота в племрепродукторе составило 8701 гол., в том числе 2700 коров, из которых 1340 — племенных красно-пестрой породы. В хозяйстве принята стойлово-выгульная система содержания скота, способ содержания — беспривязно-боксовый. По производственному отчету в 2024 г. средняя молочная продуктивность по стаду составила 6695 кг, содержание жира в молоке — 3,95%, белка — 3,22%.

Для определения молочной продуктивности коров в зависимости от их линейной принадлежности и сравнения быков-производителей по молочной продуктивности дочерей из коров-первотелок были сформированы выборки в программе Microsoft Excel с занесением в базу данных основной информации по каждой корове. При оценке коров по молочной продуктивности учитывали удой за 305 дней, массовые доли жира и белка (МДЖ и МДБ) в молоке<sup>1</sup>, количество молочного жира и белка, живая масса и коэффициент молочности.

Коэффициент молочности коров (КМ) определяли по формуле:

$$KM = Y \times 100 / ЖМ,$$

где: Y — удой за 305 дней лактации, кг; ЖМ — живая масса, кг.

Статистическую значимость различий между показателями сравниваемых групп определяли по критерию Стьюдента. При этом устанавливали вероятность ошибочности прогноза по трем порогам достоверности (\* при  $p > 0,95$ , \*\* при  $p > 0,99$ , \*\*\* при  $p > 0,999$ ).

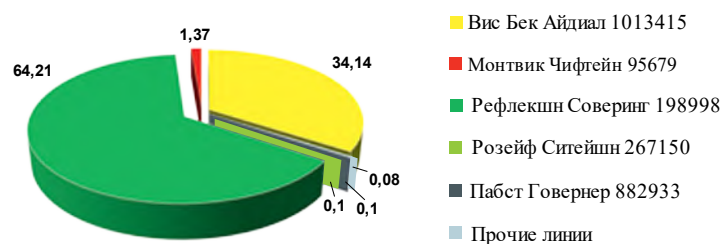
## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для улучшения продуктивных качеств коров красно-пестрой породы в племрепродукторе ООО «Целинное» используются быки двух пород крупного рогатого скота: красно-пестрой (в том числе енисейского типа, хорошо адаптированного к условиям Сибири) и красно-пестрой голштинской (импортные быки из Германии, Нидерландов и Канады)<sup>2</sup>.

В настоящее время в хозяйстве получено потомство от быков-производителей, принадлежащих к пяти линиям: Вис Бэк Айдиал 1013415, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлексн Соверинг 198998, Розейф Ситейшн 267150, Пабст Говернер 882933 (рис. 1). Все быки-производители, используемые на стаде коров племрепродуктора, имеют высокий генетический потенциал. Средний удой матерей быков-производителей — 10 830 кг, МДЖ — 4,25%, продуктивность матерей отцов — 10871 кг, МДЖ — 4,36%.

<sup>1</sup> МДЖ и МДБ — содержание жира и белка в молоке, выраженное в %.

<sup>2</sup> Перспективный план селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве Республики Хакасия на 2021–2030 годы / ФГБНУ «НИИАП Хакасии», АО «Красноярскгроплем», Минсельхозпрод РХ; отв. за выпуск О.А. Иванов. Абакан: ООО «Книжное издательство «Бригантина». 2021; 17–32.

**Рис. 1.** Генеалогическая структура стада по линиям, %**Fig. 1.** Genealogical structure of the herd by lines, %

В стаде можно выделить две основные линии — Вис Бэк Айдиал 1013415 и Рефлекшн Соверинг 198998, которые занимают 98,35% удельного веса маточного поголовья. Наибольшую численность составляют животные линии Рефлекшн Соверинг 198998 — 64,21%, второй по численности является линия Вис Бэк Айдиал 1013415 — 34,14%.

Для повышения племенных и продуктивных качеств скота в хозяйстве используется в селекционно-племенной работе метод разведения по линиям. Ввиду разнообразия происхождения стад и природно-климатических условий необходима регулярная оценка генеалогических линий с целью выявления лучших. В связи с этим в ООО «Целинное» были проанализированы показатели молочной продуктивности 891 коровы-первотелки в зависимости от их линейного происхождения (табл. 1).

Среди оцениваемых линий наибольший удой отмечен у коров-первотелок линии Вис Бэк Айдиал 1013415. Средний удой 491 коровы этой линии составил 6299,66 кг, МДЖ — 4,14%, МДБ — 3,28%, в результате они достоверно превосходили сверстниц из линии Рефлекшн Соверинг 198998 по удою на 199,53 кг (3,27%), МДБ — на 0,01%, но уступили по МДЖ — на 0,01%. Коровы-первотелки должны быть хорошо развиты, иметь крепкую конституцию, чтобы выдержать большие физиологические нагрузки, связанные с высокой молочной продуктивностью. По живой массе первотелки линии Вис Бэк Айдиал 1013415 превосходили сверстниц из линии Рефлекшн Соверинг 198998 на 4,59 кг (0,86%), коэффициент молочности

оказался выше у первотелок линии Вис Бэк Айдиал 1013415 на 28,15 кг (2,46%).

Анализируя литературные источники, ряд авторов отмечают, что коровы линии Вис Бэк Айдиал 1013415 превышают по молочной продуктивности сверстниц из других линий, в связи с чем рекомендуют использовать быков этой линии для селекции, направленной на увеличения удоя [14–19]. Быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998 предпочтительнее использовать на поголовье коров для увеличения у потомков жирномолочности [20, 21].

Второй задачей исследования являлось сравнение быков-производителей по продуктивности их дочерей. В таблице 2 представлены данные по продуктивности дочерей быков-производителей, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья в ООО «Целинное». В стаде имеются первотелки, полученные от пяти быков-производителей линии Вис Бэк Айдиал 1013415 и семи быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998.

Наиболее высокую продуктивность имели коровы-первотелки, рожденные от быка Мэдмена 4719 линии Вис Бэк Айдиал 1013415. Средние

**Таблица 1.** Продуктивность и живая масса коров-первотелок в зависимости от линейной принадлежности**Table 1.** Productivity and live weight of first-calf cows depending on their lineage

| Показатель             | Линия                  |                          | В среднем по первотелкам |
|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                        | Вис Бэк Айдиал 1013415 | Рефлекшн Соверинг 198998 |                          |
| Количество коров, гол. | 491                    | 400                      | 891                      |
| Удой, кг               | 6299,66 ± 9,19***      | 6100,13 ± 16,90          | 6210,08 ± 9,71           |
| Жир                    | % 4,14 ± 0,001         | 4,15 ± 0,002**           | 4,14 ± 0,001             |
|                        | кг 260,96 ± 0,37***    | 252,83 ± 0,68            | 257,31 ± 0,39            |
| Белок                  | % 3,28 ± 0,0004***     | 3,27 ± 0,001             | 3,27 ± 0,0005            |
|                        | кг 206,34 ± 0,30***    | 199,71 ± 0,54            | 203,36 ± 0,31            |
| Живая масса, кг        | 539,97 ± 1,54*         | 535,38 ± 1,43            | 537,91 ± 1,07            |
| Коэффициент молочности | 1170,88 ± 3,52***      | 1142,73 ± 4,51           | 1158,24 ± 2,84           |

**Таблица 2.** Характеристика быков по продуктивности дочерей**Table 2.** Characteristics of bulls by productivity of daughters

| Линия                    | Кличка и № быка-производителя | n   | Удой за 305 дней, кг | Жир            |                  | Белок           |                  | Живая масса, кг  | Коэффициент молочности |
|--------------------------|-------------------------------|-----|----------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|
|                          |                               |     |                      | %              | кг               | %               | кг               |                  |                        |
| Вис Бэк Айдиал 1013415   | Арам 3225                     | 221 | 6293,08 ± 12,68      | 4,14 ± 0,001   | 260,60 ± 0,51    | 3,27 ± 0,001    | 206,09 ± 0,41    | 536,16 ± 2,13    | 1177,85 ± 5,35         |
|                          | Тимон 6667                    | 125 | 6279,58 ± 18,57      | 4,14 ± 0,001   | 260,08 ± 0,76    | 3,27 ± 0,001    | 205,55 ± 0,60    | 539,02 ± 2,91    | 1168,61 ± 6,44         |
|                          | Планет 10928262               | 59  | 6251,15 ± 27,83      | 4,15 ± 0,004   | 259,48 ± 1,11    | 3,28 ± 0,001    | 204,78 ± 0,89    | 535,05 ± 3,66    | 1171,63 ± 9,91         |
|                          | Мэдмен 4719                   | 39  | 6433,00 ± 29,09***   | 4,14 ± 0,002   | 266,29 ± 1,14*** | 3,28 ± 0,001*** | 210,97 ± 0,92*** | 551,13 ± 7,56    | 1174,48 ± 15,35        |
|                          | Свен 18557                    | 47  | 6341,85 ± 31,94      | 4,14 ± 0,003   | 262,74 ± 1,23    | 3,28 ± 0,002    | 208,00 ± 1,02    | 557,06 ± 5,47*** | 1142,07 ± 9,58         |
| Рефлекшн Соверинг 198998 | Амulet 2517                   | 202 | 6047,85 ± 24,51      | 4,15 ± 0,003   | 250,69 ± 0,99    | 3,28 ± 0,001    | 198,14 ± 0,79    | 539,38 ± 1,86    | 1123,90 ± 6,02         |
|                          | Дик 22111                     | 46  | 6164,00 ± 35,01      | 4,14 ± 0,004   | 254,94 ± 1,45    | 3,28 ± 0,002    | 201,89 ± 1,12    | 544,89 ± 4,98    | 1135,35 ± 11,93        |
|                          | Мадрид 13509                  | 18  | 5957,35 ± 68,16*     | 4,14 ± 0,004   | 246,75 ± 2,72*   | 3,27 ± 0,003    | 194,88 ± 2,25*   | 556,24 ± 6,00**  | 1073,25 ± 17,69***     |
|                          | Бенефис 1692                  | 44  | 6059,57 ± 43,85      | 4,14 ± 0,006   | 250,82 ± 1,71    | 3,27 ± 0,003    | 198,18 ± 1,43    | 544,57 ± 3,91    | 1114,53 ± 9,89         |
|                          | Девлин 1268                   | 35  | 6150,09 ± 81,17      | 4,15 ± 0,004   | 255,15 ± 3,23    | 3,27 ± 0,004    | 201,14 ± 2,50    | 520,37 ± 3,35    | 1182,48 ± 15,47        |
|                          | Талант 4117                   | 34  | 6295,09 ± 23,01***   | 4,15 ± 0,002** | 261,28 ± 0,99*** | 3,27 ± 0,002    | 205,81 ± 0,76*** | 512,12 ± 3,38*** | 1231,16 ± 9,88***      |
|                          | Спикер 4401                   | 21  | 6304,33 ± 33,05***   | 4,15 ± 0,002   | 261,71 ± 1,33*** | 3,27 ± 0,002    | 206,01 ± 1,04*** | 507,05 ± 3,48*** | 1244,81 ± 12,32***     |

показатели молочной продуктивности за 305 дней лактации у 39 его дочерей — 6433–4,14–266–3,28–211, прибавка к среднему удою за первую лактацию составила 223 кг молока, или 3,59%, по молочному жиру — 8,98 кг (3,49%), по молочному белку — 7,61 кг (3,74%) (разница достоверна при  $p > 0,999$ ). В сравнении со сверстницами данной линии прибавка составила по: удою — 145 кг (2,30%), молочному жиру — 5,79 кг (2,22%), молочному белку — 5,03 кг (2,44%) (разница достоверна при  $p > 0,999$ ).

В линии Вис Бэк Айдиал 1013415 наиболее тяжеловесными оказались первотелки, рожденные от быка Свена 18557. Средняя живая масса 47 его дочерей составила 557 кг, прибавка к средней живой массе за первую лактацию — 19,15 кг (3,56%) ( $p > 0,999$ ), со сверстницами этой линии — 18,90 кг (3,51%) ( $p > 0,999$ ).

Наименьшая продуктивность по первотелкам выявлена у дочерей быка Мадрида 13509 линии Рефлекшн Соверинг 198998. Средние показатели молочной продуктивности 17 его дочерей — 5957–4,14–247–3,27–195. Снижение к среднему удою за первую лактацию составило 253 кг молока, или 4,07%, по молочному жиру — 10,56 кг (4,10%), по молочному белку — 8,48 кг (4,17%) (разница достоверна при  $p > 0,999$ ). В сравнении со сверстницами данной линии снижение составило по: удою — 149 кг (2,44%), молочному жиру — 6,35 кг (2,51%), молочному белку — 5,04 кг (2,52%) (разница достоверна при  $p > 0,95$ ).

Улучшателями по удою в линии Рефлекшн Соверинг 198998 являются быки Талант 4117 и Спикер 4401. От дочерей этих быков получили на 213–216 кг (3,50–3,54%) молока больше по сравнению со сверстницами данной линии (разница достоверна при  $p > 0,999$ ). Однако они же характеризуются и самой меньшей живой массой (507–512 кг), снижение в сравнении со сверстницами — на 25,4–29,9 кг (4,73–5,57%) (разница достоверна при  $p > 0,999$ ).

Наиболее тяжеловесными в линии Рефлекшн Соверинг 198998 оказались первотелки, рожденные от быка Мадрида 13509, средняя живая масса 17 его дочерей составила 556 кг, прибавка к средней живой массе со сверстницами этой линии — 21,78 кг (4,08%) ( $p > 0,999$ ). У потомков данной линии можно отметить такую закономерность: чем выше продуктивность, тем меньше живая масса. И наоборот, у коров с самой низкой продуктивностью отмечается самая большая живая масса.

Полученные в ходе исследований данные помогут специалистам животноводства проводить успешную селекцию по созданию высокопродуктивных стад молочного скота, позволяющих повысить уровень производства молока в Республике Хакасия.

### Выводы/Conclusions

В ООО «Целинное» для повышения племенных и продуктивных качеств в племенное ядро необходимо отбирать коров-первотелок линии Вис Бэк Айдиал 1013415, которые превосходят сверстниц из линии Рефлекшн Соверинг 198998 по удою на 199,53 кг (3,27%), живой массе — на 4,59 кг (0,86%), коэффициенту молочности — на 28,15 кг (2,46%).

Целесообразно систематически оценивать и выявлять лучших быков-производителей в конкретных условиях хозяйства и на определенном генеалогическом фоне, что позволит получать животных с высокой продуктивностью без дополнительных материальных затрат. В условиях племенрепродуктора ООО «Целинное» наивысший удой по сравнению со сверстницами имели дочери быка-производителя Мэдмена 4719 линии Вис Бэк Айдиал 1013415, наименьший — дочери Мадрида 13509 линии Рефлекшн Соверинг 198998. В линии Рефлекшн Соверинг 198998 лучшими по продуктивности дочерей были быки-производители Талант 4117 и Спикер 4401, однако для их потомков характерна наименьшая живая масса (507–512 кг).

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.  
Автор несет ответственность за плагиат.  
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.  
The author is responsible for plagiarism.  
The author declared no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках государственного задания Минобрнауки РФ № FNUR-2022-0005.

### FUNDING

The research was conducted as part of a state assignment from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. FNUR-2022-0005.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020; 50(5): 47–55. <https://elibrary.ru/ebvarg>
- Белооков А.А., Белоокова О.В., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Состав и свойства молока коров черно-пестрой породы разных генотипов. *Аграрная наука*. 2023; (3): 62–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69>
- Воронов М.В., Федосеева Н.А., Пимкина Т.Н., Горелик О.В. Молочная продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности. *Главный зоотехник*. 2021; (11): 21–30. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2111-03>

### REFERENCES

- Belozertseva S.L., Petrukina L.L. Reproductive qualities and milk productivity of black-and-white cows depending on sire lineage. *Siberian herald of agricultural science*. 2020; 50(5): 47–55 (in Russian). <https://elibrary.ru/ebvarg>
- Belookov A.A., Belookova O.V., Gorelik O.V., Rebezov M.B. The composition and properties of the milk of black-and-white cows of different genotypes. *Agrarian science*. 2023; (3): 62–69 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69>
- Voronov M.V., Fedoseeva N.A., Pimkina T.N., Gorelik O.V. Milk productivity of cows depending on their origin on genealogical line. *Head of animal breeding*. 2021; (11): 21–30 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2111-03>

4. Горелик О.В., Горелик А.С., Федосеева Н.А., Тимербаева М.В. Физико-химические показатели и технологические свойства молока коров в зависимости от линейного происхождения. *Аграрная наука*. 2023; (7): 53–57. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-53-57>
5. Морозова Н.И., Вершнева П.С., Мусаев Ф.А., Косухин А.В. Молочная продуктивность коров джерсейской породы в зависимости от линейной принадлежности. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024; (8): 166–170. <https://elibrary.ru/nknatf>
6. Чучунов В.А., Плотноков В.П., Радзиевский Е.Б., Горбунов А.В. Линейная принадлежность коров симментальской породы и их продуктивные качества в условиях ПЗК «Путь Ленина» Волгоградской области. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2021; 64(4): 223–238. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-04-24>
7. Варачев И.Н. Молочная продуктивность коров холмогорской породы, полученных от разных быков-производителей. *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2024; (2): 68–74. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2024-2-44-68-74>
8. Pérez-Cabal M.A., Alenda R. Genetic Relationships between Lifetime Profit and Type Traits in Spanish Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*. 2003; 85(12): 3480–3491. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74437-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74437-8)
9. Veerkamp R.F., Koenen E.P.C., De Jong G. Genetic Correlations Among Body Condition Score, Yield, and Fertility in First-Parity Cows Estimated by Random Regression Models. *Journal of Dairy Science*. 2001; 84(10): 2327–2335. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74681-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74681-4)
10. Гусева Т.А., Каешова И.В., Наумов А.А., Чупшева Н.Ю. Влияние быков-производителей голштинской породы на молочную продуктивность их дочерей. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2022; (4): 43–48. <https://www.elibrary.ru/odqghze>
11. Тлецерук И.Р., Коник Н.В., Голембовский В.В., Улимбашев М.Б. Молочная продуктивность коров швицкой породы разного происхождения. *Аграрный научный журнал*. 2023; (6): 102–106. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp102-106>
12. Михалев Е.В. Сравнение быков-производителей разной линейной принадлежности по молочной продуктивности их дочерей. *Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения заслуженного работника Высшей школы РФ, почетного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук А.А. Ткачева*. Брянск: Брянский ГАУ. 2020; 1: 228–231. <https://elibrary.ru/ypugfe>
13. Jagusiak W., Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Żarnecki A. Genetic correlations between type traits of young Polish Holstein-Friesian bulls and their daughters. *Czech Journal of Animal Science*. 2015; 60(2): 75–80. <https://doi.org/10.17221/7977-CJAS>
14. Ишмухаметова Д.Р. Показатели молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров первого отела в зависимости от их линейной принадлежности. *Вестник Курганской ГСХА*. 2020; (1): 34–37. <https://elibrary.ru/fjhcus>
15. Костомакхин Н.М., Габедова М.А., Воронкова О.А. Молочная продуктивность коров-первотелок голштинской породы в зависимости от линейной принадлежности. *Главный зоотехник*. 2024; (7): 24–35. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2407-03>
16. Новоселова К.С. Молочная продуктивность коров в СХПК-СХА (колхоз) «1 Мая» в зависимости от линейной принадлежности. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2021; 23: 434–436. <https://elibrary.ru/htpluq>
17. Харитонов А.С. Продуктивные и воспроизводительные особенности коров разных линий. *Вестник аграрной науки*. 2022; (3): 177–183. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.177>
18. Чернышева Т.В., Курчаева Е.Е., Ламонов С.А., Скоркина И.А., Беспалова Н.С. Влияние линейной принадлежности коров красно-пестрой породы на молочную продуктивность и качество молока. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2024; (2): 142–148. <https://elibrary.ru/ebiuv>
19. Ахметчина Т.А., Тегза А.А., Тегза И.М. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в зависимости от линейной принадлежности. *3i: intellect, idea, innovation — интеллект, идея, инновация*. 2020; (3): 10–16 (на англ. яз.). <https://elibrary.ru/theuql>
4. Gorelik O.V., Gorelik A.S., Fedoseeva N.A., Temberbaeva M.V. Physical and chemical indicators and technological properties of cow's milk depending on the linear origin. *Agrarian science*. 2023; (7): 53–57 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-53-57>
5. Morozova N.I., Vershnev P.S., Musaev F.A., Kosukhin A.V. Dairy productivity of Jersey cows depending on the linear affiliation. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2024; (8): 166–170 (in Russian). <https://elibrary.ru/nknatf>
6. Chuchunov V.A., Plotnikov V.P., Radzievsky E.B., Gorbunov A.V. Linear affiliation of Simmental cows and their productive qualities in the conditions of the breeding farm «Collective farm - Put' Lenina» of the Volgograd region. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2021; 64(4): 223–238 (in Russian). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-04-24>
7. Varachev I.N. Milk productivity of cows of the Kholmogorskaya breed, daughters of the different breeding bulls. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024; (2): 68–74 (in Russian). <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2024-2-44-68-74>
8. Pérez-Cabal M.A., Alenda R. Genetic Relationships between Lifetime Profit and Type Traits in Spanish Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*. 2003; 85(12): 3480–3491. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74437-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74437-8)
9. Veerkamp R.F., Koenen E.P.C., De Jong G. Genetic Correlations Among Body Condition Score, Yield, and Fertility in First-Parity Cows Estimated by Random Regression Models. *Journal of Dairy Science*. 2001; 84(10): 2327–2335. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74681-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74681-4)
10. Guseva T.A., Kaeshova I.V., Naumov A.A., Chupsheva N.Yu. Influence of Holstein bulls on the milk productivity of their daughters. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2022; (4): 43–48 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/odqghze>
11. Tletseruk I.R., Konik N.V., Golembovsky V.V., Ulimbashev M.B. Dairy productivity of Swiss cows of different origin. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (6): 102–106 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp102-106>
12. Mikhalev E.V. Comparison of bulls-producers of different linear accessories by milk productivity of their daughters. *Current problems of veterinary medicine and intensive animal husbandry. Materials of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the 82nd anniversary of the birth of Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary Professor of Bryansk State Agricultural Academy, Doctor of Veterinary Sciences A.A. Tkachev*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 2020; 1: 228–231 (in Russian). <https://elibrary.ru/ypugfe>
13. Jagusiak W., Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Żarnecki A. Genetic correlations between type traits of young Polish Holstein-Friesian bulls and their daughters. *Czech Journal of Animal Science*. 2015; 60(2): 75–80. <https://doi.org/10.17221/7977-CJAS>
14. Ishmukhametova D.R. Indicators of milk productivity and reproductive qualities of the first calving cows depending on their linear belonging. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2020; (1): 34–37 (in Russian). <https://elibrary.ru/fjhcus>
15. Kostomakhin N.M., Gabedava M.A., Voronkova O.A. Milk productivity of first-calf heifers of Holstein breed depending on their genealogical lines origin. *Head of animal breeding*. 2024; (7): 24–35 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2407-03>
16. Novoselova K.S. Milk productivity of cows in the agricultural production cooperative-agricultural association (collective farm) "First of May" depending on linear affiliation. *Aktual'nyye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaystva*. 2021; 23: 434–436 (in Russian). <https://elibrary.ru/htpluq>
17. Kharitonova A.S. Productive and reproductive features of cows of different lines. *Bulletin of agrarian science*. 2022; (3): 177–183 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.177>
18. Chernysheva T.V., Kurchaeva E.E., Lamonov S.A., Skorkina I.A., Bepalova N.S. The influence of the linear affiliation of Red-Mottled cows on milk productivity and milk quality. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2024; (2): 142–148 (in Russian). <https://elibrary.ru/ebiuv>
19. Akhmetchina T.A., Tegza A.A., Tegza I.M. Milk productivity and reproductive qualities of Holstein cows depending on their linear affiliation. *3i: intellect, idea, innovation*. 2020; (3): 10–16. <https://elibrary.ru/theuql>

20. Вахрамова О.Г., Бузина О.В., Черемуха Е.Г., Ревякин А.О. Влияние быков-производителей на продуктивные качества дочерей. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2024; (1): 29–35. <https://www.elibrary.ru/uywvda>

21. Горшков В.В., Щетинина Е.М. Линейная принадлежность коров как базовый фактор формирования качества молока-сырья. *Животноводство и кормопроизводство*. 2024; 107(3): 108–118. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-108>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Марина Михайловна Никитина

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник группы молочного и мясного скотоводства  
nikitina-1970@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2516-6707>

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Садовая, 5, с. Зеленое, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, 655132, Россия

20. Vakhramova O.G., Buzina O.V., Cheremukha E.G., Revyakin A.O. The influence of breeding bulls on the productive qualities of daughters. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov*. 2024; (1): 29–35 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/uywvda>

21. Gorshkov V.V., Shchetinina E.M. Line of cows as a basic factor in the formation of raw milk quality. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024; 107(3): 108–118 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-108>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Marina Mikhailovna Nikitina

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Dairy and Beef Cattle Breeding Group  
nikitina-1970@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2516-6707>

Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia — branch of the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”,

5 Sadovaya Str., Zelenoe village, Ust-Abakansky district, Republic of Khakassia, 655132, Russia

ПРОДУКТЫ



ИННОВАЦИИ



УСЛУГИ



ЛОГИСТИКА

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ B2B  
ВЫСТАВКА

**GLOBAL FRESH  
MARKET:  
VEGETABLES  
& FRUITS**



**11-13 НОЯБРЯ 2025**

Гостиный Двор, Москва

#### Контакты



+7 (495) 481-29-19



business@gfmexpo.com



www.gfmexpo.com

РЕКЛАМА

Соорганизатор

национальный  
ПЛОДОВООЩНОЙ СОЮЗ

При поддержке



**Global Fresh  
MARKET**

Полный цикл производства «от поля до прилавка» на единой площадке

Прямой диалог с ключевыми игроками рынка

Обширная деловая программа с участием экспертов мирового уровня:

**110+**

приглашенных  
спикеров

**30**

отраслевых мероприятий  
по овощеводству и садоводству

Конкурс студенческих работ для молодых специалистов в АПК



Реклама

УДК 636. 2.034:519.87

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-77-84

Карликова Г.Г.<sup>1</sup> ✉

Лашнева И.А.<sup>1</sup>

Сермягин А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Московская обл., Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

✉ karlikovagalina@yandex.ru

Поступила в редакцию: 26.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Карликова Г.Г., Лашнева И.А., Сермягин А.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-77-84

Galina G. Karlikova<sup>1</sup> ✉

Irina A. Lashneva<sup>1</sup>

Alexander A. Sermyagin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Podolsk, Moscow Region, Russia

<sup>2</sup>Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Pushkin, St. Petersburg, Russia

✉ karlikovagalina@yandex.ru

Received by the editorial office: 26.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Karlikova G.G., Lashneva I.A., Sermyagin A.A.

# Моделирование лактационных кривых удоя, компонентов молока и метаболитов обмена веществ коров голштинской породы

## РЕЗЮМЕ

В последние годы встречается множество исследований популяционного характера, посвященных анализу компонентного состава молока коров, нацеленных на более детальное изучение изменчивости показателей под влиянием генетических и средовых факторов. Исследовательскую базу составили наблюдения из 14 племенных стад голштинского скота. Популяционно-генетические исследования компонентов состава молока коров проводили в периоды контрольных доений (общее число образцов молока более 36 тыс. шт.). С показателями таких биомаркеров, как ацетон, БГБ и мочевины, были исследованы 11,5 тыс. голов животных. На основе использования нелинейной функции проведено моделирование лактационных кривых суточного удоя, основных компонентов молока и метаболитов обмена веществ. Стандартная форма описания лактационной кривой показала самый большой уровень точности — 93,5%, в то же время процентное содержание жира и белка описывает обратные формы. Коэффициент детерминации содержания массовой доли белка в течение лактации составил 83,9%, а жира — лишь 63,7%. Вместе с тем процент достоверности модели лактационной кривой содержания массовой доли лактозы составил 68,4%. Содержание следов молярной концентрации мочевины в молоке моделируется несколько хуже, а коэффициент детерминации равен 46,8%. Достоверность модели стандартных лактационных кривых для следов ацетона и БГБ в молоке коров голштинской породы составила 41,6% и 26,0% соответственно. Результаты анализа динамики изменения удоя и применение разработанных регрессионных уравнений лактационных кривых продемонстрировали перспективность их использования для низконаследуемых признаков с целью определения функциональных качеств животных в разрезе течения лактации по периодам.

**Ключевые слова:** надой, продолжительность лактации, кривая лактации, математическая модель, компоненты молока, метаболизм

**Для цитирования:** Карликова Г.Г., Лашнева И.А., Сермягин А.А. Моделирование лактационных кривых удоя, компонентов молока и метаболитов обмена веществ коров голштинской породы. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 77–84. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-77-84>

# Modeling of milk yield lactation curves, milk components, and metabolic metabolites of Holstein cows

## ABSTRACT

In recent years, there have been many population-based studies devoted to the analysis of the component composition of cow's milk, aimed at a more detailed study of the variability of indicators under the influence of genetic and environmental factors. The research base consisted of observations from 14 breeding herds of Holstein cattle. Population-genetic studies of the components of cow's milk were carried out during the control milking periods (the total number of milk samples is more than 36 thousand pieces). 11.5 thousand heads of animals were examined with indicators of biomarkers such as acetone, BGB and urea. Based on the use of a nonlinear function, the lactation curves of daily milk yield, the main components of milk and metabolites of metabolism were modeled. The standard form of the lactation curve description showed the highest level of accuracy — 93.5%, while the percentage of fat and protein describe the opposite forms. The coefficient of determination of the content of the mass fraction of protein during lactation was 83.9%, and fat — only 63.7%. At the same time, the percentage of reliability of the lactation curve model for the content of the mass fraction of lactose was 68.4%. The content of traces of molar urea concentration in milk is modeled somewhat worse, and the coefficient of determination is 46.8%. The reliability of the model of standard lactation curves for traces of acetone and BGB in the milk of Holstein cows was 41.6% and 26.0%, respectively. The results of the analysis of the dynamics of milk yield changes and the application of the developed regression equations of lactation curves demonstrated the prospects of their use for low-heritable traits in order to determine the functional qualities of animals in the context of the course of lactation by period.

**Key words:** milk yield, lactation duration, lactation curve, mathematical model, milk components, metabolism

**For citation:** Karlikova G.G., Lashneva I.A., Sermyagin A.A. Modeling of milk yield lactation curves, milk components, and metabolic metabolites of Holstein cows. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 77–84 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-77-84>

## Введение/Introduction

Оптимизация молочной продуктивности коров является важным аспектом повышения эффективности молочного скотоводства. Повышение продуктивности и генетического потенциала скота наряду с улучшением технологических характеристик животных дает возможность селекционерам разрабатывать новые генотипы, которые объединяют продуктивные, экстерьерные, функциональные показатели здоровья и воспроизводительные качества. Расширение диапазона генетических параметров для выявления ключевых генов, влияющих на продуктивность, открывает новые горизонты для организации селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве, что способствует дальнейшему развитию этой отрасли [1, 2].

Включение дополнительных параметров для оценки как количественного, так и качественного состава молока коров может значительно улучшить реализацию генетического потенциала животных. Это достигается путем контроля и корректировки условий среды, что способствует нормализации обмена веществ, улучшению воспроизводительных качеств и продлению срока продуктивного использования коров [3–5].

Генетическая изменчивость различных компонентов молока коров составляет от 7 до 30%, что открывает новые перспективы для селекционной работы. Несмотря на то что такие показатели, как содержание мочевины, ацетона и бета-гидроксимасляной кислоты, могут казаться менее значимыми для селекции, они отражают реакцию животных на изменения в рационе, обмен веществ и технологические параметры производства молока. Это подчеркивает важность комплексного подхода к оценке молочной продуктивности, учитывающего не только традиционные показатели, но и более тонкие метаболические реакции. Включение этих данных в селекционные программы может способствовать созданию более адаптированных и продуктивных генотипов, что в свою очередь повысит общую эффективность молочного животноводства [6].

Популяционный мониторинг играет ключевую роль в отборе наиболее устойчивых и адаптированных коров, что является важным аспектом в селекционном процессе. Для эффективного контроля состава молока необходимо уделять внимание экономическим показателям, таким как уровень содержания жира и белка, а также количеству соматических клеток. Эти параметры не только отражают качество молока, но и служат индикаторами здоровья животных и их способности адаптироваться к различным условиям содержания. Таким образом, комплексный подход к оценке как количественного, так и качественного состава молока (с акцентом на экономические показатели) будет способствовать улучшению результатов молочного животноводства [4].

Традиционный отбор животных по жирномолочности остается важным для удовлетворения

рынка основными молочными продуктами. Увеличение продуктивности может привести к напряжению физиологического статуса организма коров и нарастанию метаболического стресса [7]. Интеграция популяционного мониторинга и контроля компонентного состава молока может значительно улучшить селекционные программы. Это позволит создать более адаптированные генотипы, способные эффективно реагировать на изменения в рационе и условиях содержания, что в конечном итоге повысит продуктивность и устойчивость молочного стада. Комплексный подход к оценке взаимодействия генотипа и среды станет ключом к успешному развитию молочного животноводства.

Для более глубокого понимания возможностей использования расширенного компонентного состава молока коров мы определили функциональные параметры ряда биомаркеров, которые могут существенно повлиять на качество и безопасность молочной продукции. Одним из ключевых показателей является массовая доля лактозы, которая не только определяет энергетическую ценность молока, но и влияет на его вкусовые качества. Высокое содержание лактозы может свидетельствовать о хорошем состоянии здоровья коров и их способности к эффективному обмену веществ.

Субклинический кетоз часто остается незамеченным, однако его последствия могут быть значительными, включая снижение молочной продуктивности и ухудшение общего состояния здоровья животных. Поэтому регулярный анализ концентрации ацетона и БГБ в молоке позволяет фермерам своевременно выявлять потенциальные проблемы и вносить необходимые коррективы в рацион или условия содержания. Мониторинг ацетона и БГБ является важным инструментом для поддержания здоровья коров и устойчивого развития молочного животноводства. В последние годы зарубежная литература содержит множество исследований, посвященных анализу компонентного состава молока коров с использованием инфракрасной спектроскопии [8–10].

Стоит отметить, что концентрация ацетона и бета-гидроксibuтирата (БГБ) в молоке коров представляет собой важные маркеры, которые позволяют эффективно мониторить риск возникновения субклинической формы кетоза. Эти вещества играют ключевую роль в оценке обмена веществ у животных. Повышенные уровни ацетона и БГБ могут указывать на нарушения в метаболических процессах, что может привести к серьезным последствиям для здоровья коров и их продуктивности.

Работы направлены на более детальное изучение показателей молока, их изменчивости под влиянием генетических и средовых факторов и носят популяционный характер. По определению этих метаболитов обмена веществ в молоке (мочевина, ацетон, БГБ) для прогнозирования

физиологического статуса животных встречается много публикаций [11–14].

Вместе с тем использование данных о функциональных параметрах биомаркеров в практике молочного животноводства позволит не только повысить качество молока, но и улучшить здоровье и продуктивность коров, что является важным шагом к устойчивому развитию отрасли.

*Цель работы* — оценка изменчивости показателей компонентного состава молока в течение лактации для стандартизации описания параметров лактационной деятельности коров при применении уравнений динамики.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов<sup>1</sup>. При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. На основе популяционных наблюдений в племенных хозяйствах Московской области была сформирована база данных продуктивных характеристик крупного рогатого скота голштинской породы. В объединенную исследовательскую базу были включены данные контрольных доек 11 529 коров из 14 племенных стад голштинского скота с 2018 по 2023 год, объединенные с массивом информации о племенном учете из ИАС «Селэкс. Молочный скот» (Россия).

Анализ компонентного состава сырого молока коров осуществляли в аккредитованных лабораториях селекционного контроля качества молока, таких как АО «Московское» по племенной работе (г. Ногинск, Московская обл., Россия) и ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (пос. Дубровицы, Подольск, Московская обл., Россия).

Достоверность полученных результатов была обеспечена за счет индивидуального отбора проб и строгого соблюдения регламентированных процедур отбора образцов<sup>2</sup>.

Пробы молока для популяционного анализа отбирались специалистами хозяйств в течение всего периода наблюдений от лактирующих животных в течение лактации вне зависимости от сезона года. Контроль за качеством отбора проб молока в племенных стадах осуществляла контроль-ассистентская служба Союз «Мосплем» (г. Ногинск, Московская обл., Россия) однократно в месяц в течение года.

Отбор проб молока осуществляли специалисты сельскохозяйственных предприятий в соответствии с регламентом Министерства сельского хозяйства РФ<sup>3</sup>.

Лабораторные анализы проводили с использованием CombiFoss (FOSS, Дания). Были обработаны результаты исследований 36 982 проб молока, анализ биомаркеров обмена веществ, таких как ацетон, бета-гидроксibuтират (БГБ) и мочевины, были проведены на 11 529 головах скота.

Созданная авторами база данных компонентного состава молока стала основой для изучения популяционно-генетических параметров и определения изменчивости содержания в молоке МДЖ (массовой доли жира), МДБ (массовой доли белка), МДЛ (массовой доли лактозы), следов ацетона и БГБ (бета-гидроксibuтирата), а также концентрации мочевины. Номер лактации, как отдельный фактор, в расчетах не учитывался, но был учтен в рамках индивидуального среднего ( $p_0$ ), представляющего собой совокупность факторов, влияющих на пиковую продуктивность животного, в том числе и номер лактации.

Для выявления популяционных закономерностей и определения стандартных форм изменчивости компонентов молока, а также для построения лактационных кривых была выбрана и применена нелинейная регрессионная функция [14]:

$$y_t = p_0 + p_1 \gamma_t + p_2 \gamma_t^2 + p_3 w_t + p_4 w_t^2 + e_t, \quad (1)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ,  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $p_0$  — коэффициент, связанный с пиковым значением удоя (показателя);  $p_3$  и  $p_4$  — коэффициенты, отвечающие за увеличение наклона кривой (рост показателя);  $p_1$  и  $p_2$  — коэффициенты, отвечающие за снижение наклона кривой (падение показателя);  $t$  — контрольный день;  $e$  — случайная ошибка модели.

Разработанные уравнения моделей лактационных кривых были рассчитаны на основе параметров средней продуктивности по каждому из стад и маркеров обмена веществ животных. Модель была адаптирована к данным, соответствующим стандартной лактационной кривой.

Для анализа экспериментальных данных были задействованы общепризнанные статистические методы вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса Microsoft Office (Microsoft, США) с применением Excel 2013 (Microsoft, США) с использованием специального

<sup>1</sup> Модельный закон «Об обращении с животными»: принят на 29-м пленарном заседании Межпарламентской ассамблеи государств — участников СНГ (Постановление от 31 октября 2007 года № 29-17). Информационный бюллетень Межпарламентской ассамблеи государств — участников СНГ. 2007; 41: 49.

<https://docs.cntd.ru/document/902092614?ysclid=m3u7apdzut910624878>

<sup>2</sup> ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция.

<sup>3</sup> Приказ МСХ от 01.02.2011 № 25 «Об утверждении правил ведения учета в племенном скотоводстве молочного и молочно-мясного направлений продуктивности».

программного обеспечения данных в Statistica 10 (Stat Soft Inc., США), BLUPF90 (I. Misztal, University of Georgia, USA), Genome Studio 2.0 (Illumina Inc., USA).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

На основе нелинейной функции Ali-Schaeffer была проведена модельная оценка лактационной кривой, охватывающая суточный удой, основные компоненты молока, такие как массовая доля жира, белка и лактозы, а также метаболиты обмена веществ, включая следы ацетона и бета-гидроксипирувата в логарифмическом выражении, а также концентрацию мочевины. В результате анализа установлено, что удой за 305 дней лактации составляет 7898 кг молока при среднесуточном удое в 25,9 кг. Максимальный удой достигается на 50-й день лактации и составляет 33,0 кг. Кроме того, были определены ключевые показатели качества молока: жирномолочность — 4,48%, белкомолочность — 3,41%, процент лактозы — 4,86%. Средняя концентрация мочевины в молоке равна  $26,9 \text{ мг} \times 100 \text{ мл}^{-1}$ , уровень ацетона в нормированном выражении (логарифм) составляет 2,13, а бета-гидроксипируват (БГП) — 1,81.

В результате исследования была установлена продолжительность лактации для популяции скота Московской области, которая составила в среднем 350 дней для всех изучаемых показателей в динамике лактации.

Для суточного удоя было разработано уравнение, которое описывало форму лактационной кривой:

$$y_t = 65,05 + (-64,04 \gamma_t) + 18,50 \gamma_t^2 + (-16,24 w_t) + 1,46 w_t^2 + e_t, \quad (2)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

Достоверность модели оценки лактационной кривой была подтверждена с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ), который показывает, какую долю дисперсии результативного признака объясняют независимые переменные. В результате анализа стандартной формы, использованной для описания лактационной кривой, был достигнут высокий уровень

точности — 93,5%. Анализ лактационной кривой удоя показал, что после первых недель лактации, когда происходят кратковременные гормональные изменения, вызванные рождением теленка, уровень удоя становится стабильным и перестает существенно варьировать. Это математическое выражение позволяет значительно повысить точность расчета удоя молока за весь период лактации коров голштинской породы в популяции Московского региона. Даже в условиях, когда имеются пропущенные или отсутствующие контрольные доения (рис. 1).

Количество контрольных дней за всю лактацию может быть минимизировано при условии сохранения необходимой частоты отбора проб в начале лактации и сокращения количества отбора проб в конце. В результате вместо 9–10 учетных записей продуктивности на животное за лактацию их количество может быть уменьшено до 4–5, что соответствует практике, принятой в некоторых европейских странах в соответствии с протоколом ICAR<sup>4</sup>.

Обычно изучение взаимосвязей между математическими свойствами функций, используемых для моделирования лактационных кривых, ограничивается оценкой степени соответствия. Лактационные кривые, отклоняющиеся от стандартных форм, считаются нетипичными, и потенциальные проблемы, связанные с их появлением на практике, игнорируются [15].

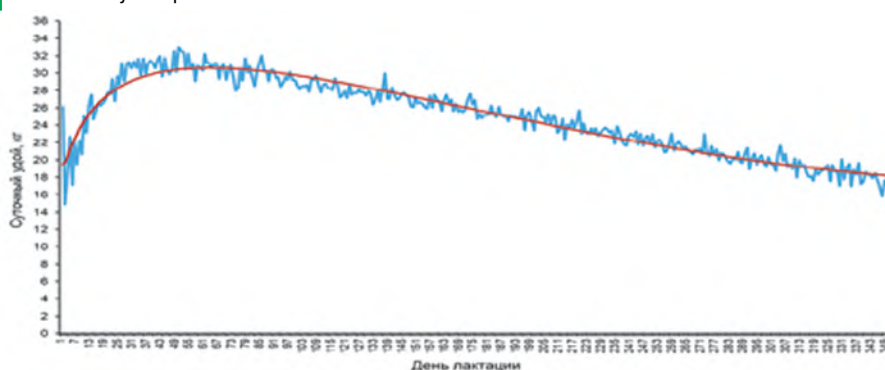
Для массовой доли жира разработано следующее уравнение:

$$y_t = 1,55 + 4,66 \gamma_t + (-1,54 \gamma_t^2) + 1,43 w_t + (-0,16 w_t^2) + e_t, \quad (3)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

**Рис. 1.** Регрессионная модель стандартной лактационной кривой суточного удоя коров голштинской породы исследуемой выборки

**Fig. 1.** Regression model of the standard lactation curve of the daily milk yield of Holstein cows in the study sample



<sup>4</sup> ICAR. Раздел 2. Руководство по учету надоев молока молочного скота. Учет надоев молока крупного рогатого скота. Сеть. Руководство. Сертификация. Версия по состоянию на октябрь 2017 г. 31 с.

Аппроксимирующая кривая массовых долей жира и белка в молоке коров голштинской породы исследуемой выборки представлена на рисунке 2.

Для массовой доли белка разработано следующее уравнение:

$$y_t = 1,68 + 2,90 \gamma_t + (-1,00 \gamma_t^2) + 0,76 w_t + (-0,07 w_t^2) + e_t, \quad (4)$$

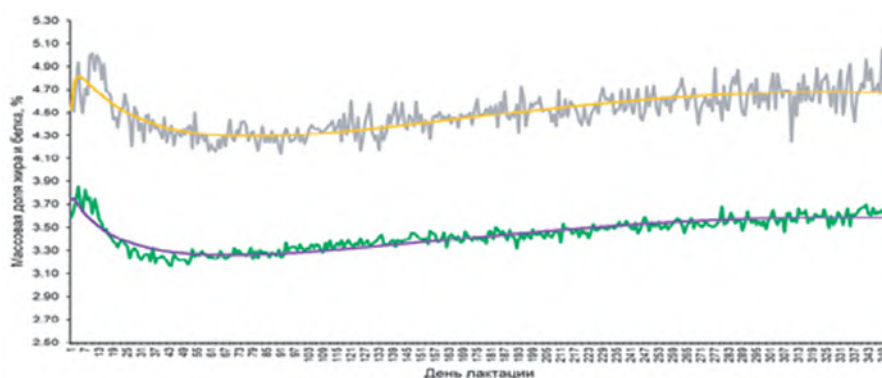
где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

Анализ данных (рис. 1, 2) показывает, что удой хорошо моделируется стандартной формой лактационной кривой, в то время как процентное содержание жира и белка в молоке характеризуется обратной зависимостью. Лактационная кривая, описывающая содержание жира и белка, не демонстрирует резких колебаний, однако имеет локальный минимум в момент достижения максимального удоя молока. В течение первых недель лактации наблюдаются максимальная жирность молока и высокое содержание белка, что подтверждается графическими данными.

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) для описания процентного содержания массовой доли жира в молоке оказался менее точным и составил всего 63,7%.

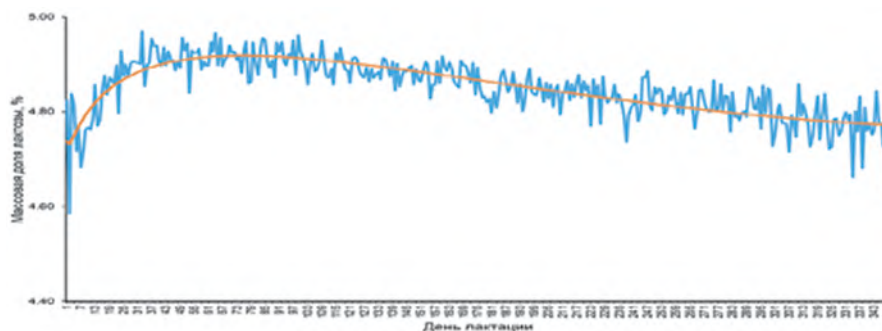
**Рис. 2.** Регрессионные модели стандартных лактационных кривых массовой доли жира (серый цвет, верхний тренд) и белка (зеленый цвет, нижний тренд) коров голштинской породы исследуемой выборки

**Fig. 2.** Regression models of standard lactation curves for the mass fraction of fat (gray, upper trend) and protein (green, lower trend) of Holstein cows in the study sample



**Рис. 3.** Регрессионная модель стандартной лактационной кривой массовой доли лактозы в молоке коров голштинской породы исследуемой выборки

**Fig. 3.** Regression model of the standard lactation curve of the mass fraction of lactose in the milk of Holstein cows in the study sample



Для описания достоверности процентного содержания массовой доли белка в молоке коэффициент детерминации составил 83,9%.

Снижение удоя, как правило, происходит быстрее, что в свою очередь приводит к тому, что к концу лактации в молоке возрастает массовая доля жира и белка.

Для массовой доли лактозы разработано следующее уравнение в форме модели лактационной кривой:

$$y_t = 5,48 + (-0,98 \gamma_t) + 0,28 \gamma_t^2 + (-0,28 w_t) + 0,03 w_t^2 + e_t, \quad (5)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

Аппроксимирующая кривая массовой доли лактозы за лактацию характеризуется более сглаженной формой по сравнению со стандартной моделью лактационной кривой суточного удоя (рис. 3).

Достоверность модели лактационной кривой содержания массовой доли лактозы в молоке составила 68,4%.

Согласно данным A. Costa, изменения в количественном содержании процента лактозы в молоке могут использоваться в качестве индикаторов функциональных особенностей крупного рогатого скота голштинской породы и биологической

взаимосвязи с наличием мастита у коров [16]. Это подчеркивает потенциальную значимость лактозы как биомаркера для оценки здоровья животных.

Исследование компонентного состава было вызвано необходимостью оценить их изменчивость в течение лактации для стандартизации описания параметров лактационной активности коров и разработки уравнения динамики, включая показатели с низкой наследуемостью.

Указанные биомаркеры демонстрируют низкую генетическую изменчивость, за исключением мочевины.

Таким образом, наряду с селекционными мероприятиями по отбору животных на основе признаков здоровья, таких как продуктивное долголетие, важно проводить параллельный мониторинг

структуры рациона, технологических аспектов содержания скота и общего управления стадом.

Для молярной концентрации мочевины разработано следующее уравнение:

$$y_t = 2,99 + 45,03\gamma_t + (-20,22\gamma_t^2) + 10,36w_t + (-1,13w_t^2) + e_t, \quad (6)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

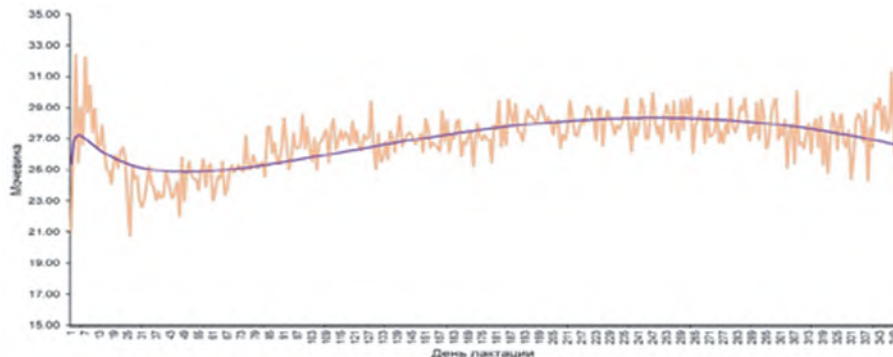
Настоящее исследование показало, что содержание следов молярной концентрации мочевины в молоке моделируется несколько хуже, чем другие показатели молока, и описывает нетипичную обратную форму (рис. 4).

Коэффициент детерминации для описания содержания следов молярной концентрации мочевины в молоке оказался равным 46,8%.

В качестве биомаркеров для выявления субклинической и клинической форм кетоза у коров голштинской породы на популяционном уровне в Московской области было изучено распределение следов бета-гидроксibuтирата (БГБ) и ацетона в молоке (рис. 5).

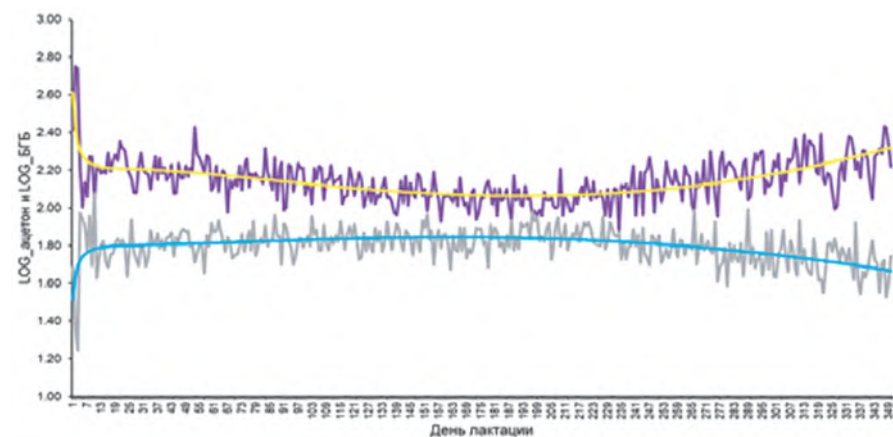
**Рис. 4.** Регрессионная модель стандартной лактационной кривой концентрации мочевины в молоке коров голштинской породы исследуемой выборки

**Fig. 4.** Regression model of the standard lactation curves for traces of urea concentration in the milk of Holstein cows of the studied sample



**Рис. 5.** Регрессионные модели стандартных лактационных кривых для следов ацетона (фиолетовый цвет, верхний тренд) и БГБ (логарифмическое преобразование) (серый цвет, нижний тренд) в молоке коров голштинской породы исследуемой выборки

**Fig. 5.** Regression models of standard lactation curves for traces of acetone (purple color, top trend) and BGB (logarithmic transformation) (gray color, downtrend) in the milk of Holstein cows in the study sample



Для следов ацетона в логарифмическом выражении разработано следующее уравнение:

$$y_t = 3,23 + (-2,28\gamma_t) + 1,24\gamma_t^2 + (-0,52w_t) + 0,07w_t^2 + e_t, \quad (7)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

Для следов БГБ в логарифмическом выражении разработано следующее уравнение:

$$y_t = 1,27 + 1,12\gamma_t + (-0,64\gamma_t^2) + 0,28w_t + (-0,04w_t^2) + e_t, \quad (8)$$

где:  $y_t$  — суточный показатель удоя (компонента молока) на контрольный день  $t$ ;  $\gamma_t = t/305$ ;  $w_t = \ln(305/t)$ ;  $e_t$  — случайная ошибка модели.

В ходе исследования было установлено, что в исследуемой выборке популяции скота Московской области доля здоровых животных, соответствующих минимальному порогу ацетона в молоке до 0,30 мМоль/л, составила 52,9%. Доля коров в стадах с возможными формами кетоза

распределилась следующим образом: субклиническая форма — 42,5%, клиническая — 4,6%.

Достоверность модели стандартных лактационных кривых для следов ацетона и бета-гидроксibuтирата (БГБ) в молоке коров голштинской породы была установлена на уровне 41,6% и 26,0% соответственно.

Следует отметить, что наименьшие коэффициенты детерминации моделей, которые составили менее 50%, были зафиксированы для таких биомаркеров обмена веществ, как бета-гидроксibuтират (БГБ), ацетон и мочевина. Это, вероятно, связано с высокой фенотипической изменчивостью этих показателей, что обусловлено значительным влиянием средовых эффектов на их уровень. Кроме того, активная вовлеченность этих биомаркеров в метаболические процессы организма лактирующих коров может способствовать их изменчивости.

## Выводы/Conclusions

В результате проведенной оценки динамики изменения удоя и разработки регрессионных уравнений лактационных кривых для низконаследуемых признаков, таких как ацетон, бета-гидроксibuтират (БГБ) и мочевины, определена перспективность их использования для характеристики функциональных качеств лактирующих коров. Эти биомаркеры, обладая высокой фенотипической изменчивостью, могут служить важными индикаторами состояния здоровья животных в зависимости от периода лактации.

Включение данных биомаркеров в программы управления стадом коров голштинской породы позволит осуществлять более эффективный мониторинг состояния животных. Это в свою очередь окажет положительное влияние как на общую продуктивность, так и на воспроизводительные качества коров. Мониторинг компонентного

состава молока внутри популяции предоставляет возможность определить оптимальные уровни содержания метаболитов обмена веществ, что является ключевым для реализации продуктивного потенциала животных.

Учитывая, что наименьшие коэффициенты детерминации моделей были зафиксированы для биомаркеров обмена веществ, таких как БГБ, ацетон и мочевины, необходимо продолжать исследования в этой области. Это позволит улучшить модели и повысить их точность, что в конечном итоге будет способствовать более эффективному управлению стадом и улучшению здоровья коров в период лактации.

Таким образом, дальнейшие исследования и внедрение новых методов мониторинга могут значительно повысить эффективность животноводства и обеспечить устойчивое развитие отрасли.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках госзадания FGGN-2024-0013.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## FUNDING

The study was carried out within the framework of the state task FGGN-2024-0013.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудинов А.А., Смарагдов М.Г. Выявление QTLs у молочного скота полногеномным ассоциативным анализом. *Генетика и разведение животных*. 2018; (1): 22–27. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-1-22-27>
2. Сермягин А.А., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Костюнина О.В., Зиновьева Н.А. Оценка геномной вариативности продуктивных признаков у животных голштинизированной чернопестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(2): 257–274. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.257rus>
3. Zaalberg R.M., Shetty N., Janss L., Buitenhuis A.J. Genetic analysis of Fourier transform infrared milk spectra in Danish Holstein and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(1): 503–510. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14464>
4. Costa A. *et al.* Invited review: Milk lactose — Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(7): 5883–5898. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15955>
5. Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Makulska J., Jarnecka O. Modelling Extended Lactations in Polish Holstein–Friesian Cows. *Animals*. 2021; 11(8): 2176. <https://doi.org/10.3390/ani11082176>
6. Ковальчук С.Н. Гены-кандидаты устойчивости крупного рогатого скота к маститу (обзор). *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2021; (3): 20–31. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbio.2021.3.20-31>
7. Delhez P., Colinet F., Vanderick S., Bertozzi C., Gengler N., Soyeurt H. Predicting milk mid-infrared spectra from first-parity Holstein cows using a test-day mixed model with the perspective of herd management. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(7): 6258–6270. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17717>
8. Du C. *et al.* Genetic Analysis of Milk Production Traits and Mid-Infrared Spectra in Chinese Holstein Population. *Animals*. 2020; 10(1): 139. <https://doi.org/10.3390/ani10010139>
9. Tiplady K.M. *et al.* Comparison of the genetic characteristics of directly measured and Fourier-transform mid-infrared-predicted bovine milk fatty acids and proteins. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(12): 9763–9791. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22089>
10. Kostensalo J. *et al.* Short communication: Predicting blood plasma non-esterified fatty acid and beta-hydroxybutyrate concentrations from cow milk—addressing systematic issues in modelling. *Animal*. 2023; 17(9): 100912. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100912>

## REFERENCES

1. Kudinov A.A., Smaragdov M.G. Identification of QTLs in dairy cattle by wide-genome associative analysis. *Genetics and breeding of animals*. 2018; (1): 22–27 (in Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-1-22-27>
2. Sermyagin A.A., Bykova O.A., Lorets O.G., Kostyunina O.V., Zinovieva N.A. Genomic variability assess for breeding traits in holsteinized Russian Black-and-White cattle using GWAS analysis and ROH patterns. *Agricultural Biology*. 2020; 55(2): 257–274. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.257eng>
3. Zaalberg R.M., Shetty N., Janss L., Buitenhuis A.J. Genetic analysis of Fourier transform infrared milk spectra in Danish Holstein and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(1): 503–510. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14464>
4. Costa A. *et al.* Invited review: Milk lactose — Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(7): 5883–5898. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15955>
5. Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Makulska J., Jarnecka O. Modelling Extended Lactations in Polish Holstein–Friesian Cows. *Animals*. 2021; 11(8): 2176. <https://doi.org/10.3390/ani11082176>
6. Kovalchuk S.N. Candidate genes for mastitis resistance in cattle: a review. *Problems of Productive Animal Biology*. 2021; (3): 20–31 (in Russian). <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbio.2021.3.20-31>
7. Delhez P., Colinet F., Vanderick S., Bertozzi C., Gengler N., Soyeurt H. Predicting milk mid-infrared spectra from first-parity Holstein cows using a test-day mixed model with the perspective of herd management. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(7): 6258–6270. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17717>
8. Du C. *et al.* Genetic Analysis of Milk Production Traits and Mid-Infrared Spectra in Chinese Holstein Population. *Animals*. 2020; 10(1): 139. <https://doi.org/10.3390/ani10010139>
9. Tiplady K.M. *et al.* Comparison of the genetic characteristics of directly measured and Fourier-transform mid-infrared-predicted bovine milk fatty acids and proteins. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(12): 9763–9791. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22089>
10. Kostensalo J. *et al.* Short communication: Predicting blood plasma non-esterified fatty acid and beta-hydroxybutyrate concentrations from cow milk—addressing systematic issues in modelling. *Animal*. 2023; 17(9): 100912. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100912>

11. Buitenhuis A.J., Poulsen N.A. Estimation of heritability for milk urea and genetic correlations with milk production traits in 3 Danish dairy breeds. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106(8): 5562–5569. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22798>
12. Alemu T.W., Santschi D.E., Cue R.I., Duggavathi R. Reproductive performance of lactating dairy cows with elevated milk  $\beta$ -hydroxybutyrate levels during first 6 weeks of lactation. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106(7): 5165–5181. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22406>
13. Shetty N., Difford G., Lassen J., Løvendahl P., Buitenhuis A.J. Predicting methane emissions of lactating Danish Holstein cows using Fourier transform mid-infrared spectroscopy of milk. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(11): 9052–9060. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13014>
14. Ali T.E., Schaeffer L.R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 1987; 67(3): 637–644.
15. Sherchand L., McNew R.W., Kellog D.W., Johnson Z.B. Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1995; 78(11): 2507–2513. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(95)76880-1
16. Costa A., Bovenhuis H., Penasa M. Changes in milk lactose content as indicators for longevity and udder health in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(12): 11574–11584. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18615>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Галина Геннадьевна Карликова<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
karlikovagalina@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9021-1404>

##### Александр Александрович Сермягин<sup>2</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, директор  
alex\_sermyagin85@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0005-2386-12>

##### Ирина Алексеевна Лашнева<sup>1</sup>

кандидат биологических наук, ведущий специалист  
lashnevair@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0009-4276-8782>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, г. о. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Московское шоссе, 55А, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, 196601, Россия

11. Buitenhuis A.J., Poulsen N.A. Estimation of heritability for milk urea and genetic correlations with milk production traits in 3 Danish dairy breeds. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106(8): 5562–5569. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22798>

12. Alemu T.W., Santschi D.E., Cue R.I., Duggavathi R. Reproductive performance of lactating dairy cows with elevated milk  $\beta$ -hydroxybutyrate levels during first 6 weeks of lactation. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106(7): 5165–5181. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22406>

13. Shetty N., Difford G., Lassen J., Løvendahl P., Buitenhuis A.J. Predicting methane emissions of lactating Danish Holstein cows using Fourier transform mid-infrared spectroscopy of milk. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(11): 9052–9060. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13014>

14. Ali T.E., Schaeffer L.R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 1987; 67(3): 637–644.

15. Sherchand L., McNew R.W., Kellog D.W., Johnson Z.B. Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 1995; 78(11): 2507–2513. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(95)76880-1

16. Costa A., Bovenhuis H., Penasa M. Changes in milk lactose content as indicators for longevity and udder health in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(12): 11574–11584. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18615>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Galina Gennadievna Karlikova<sup>1</sup>

Doctor of Agricultural Sciences,  
Senior Researcher  
karlikovagalina@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9021-1404>

##### Alexander Alexandrovich Sermyagin<sup>2</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Director  
alex\_sermyagin85@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0005-2386-1289>

##### Irina Alekseevna Lashneva<sup>1</sup>

Candidate of Biological Sciences, Leading Specialist  
lashnevair@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0009-4276-8782>

<sup>1</sup>L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russia

<sup>2</sup>Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,

55A Moskovskoe shosse, Pushkin, St. Petersburg, 196601, Russia

УДК 636.2.082.25:636.2.034:626.234.1

Научная статья



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-85-91

А.С. Горелик<sup>1</sup> ✉О.В. Горелик<sup>2</sup>М.Б. Ребезов<sup>2, 3</sup>С.Ю. Харлап<sup>2</sup><sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия<sup>3</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ temae077ex@mail.ru

Поступила в редакцию: 04.01.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю.

Research article



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-85-91

Artyom S. Gorelik<sup>1</sup> ✉Olga V. Gorelik<sup>2</sup>Maxim B. Rebezov<sup>2, 3</sup>Svetlana Yu. Kharlap<sup>2</sup><sup>1</sup>Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and Disaster Response of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia<sup>3</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

✉ temae077ex@mail.ru

Received by the editorial office: 04.01.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu.

# Молочная продуктивность коров-дочерей голштинских быков-производителей

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В настоящее время более 65% поголовья молочного скота в стране представлено голштинской породой. При ее разведении большое внимание уделяется качеству быков-производителей.

**Цель работы** — оценка влияния быка-производителя на продуктивные качества дочерей.

**Методы.** Исследования проведены в условиях типичного сельскохозяйственного предприятия по производству молока — племенного репродуктора по разведению голштинской породы крупного рогатого скота. Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот», результаты собственных исследований. Учитывали удой за 305 дней лактации по лактациям, МДЖ и МДБ в молоке. Молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка в молоке) коров контролировали по контрольным дойкам. Содержание жира и белка определяли в средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц.

**Результаты.** В результате исследований установлено, что на основании оценки по методу BLUP оцениваемые быки-производители являлись улучшателями по удою по сравнению с другими оцененными быками. Наибольшее количество молока было получено от дочерей быка Даггера — 10 039,9 кг, что больше, чем от дочерей других быков, на 772,6 кг, 721,8 кг и 660,6 кг молока, или на 7,7%, 7,2% и 6,6% соответственно. Различия были недостоверными. Взаимосвязь показателей продуктивных качеств изменяется по общей закономерности, присущей для крупного рогатого скота: при повышении удоя идет снижение качественных показателей молока: массовой доли жира, массовой доли белка в молоке. И наоборот, при снижении удоя наблюдается повышение данных показателей. Дочери всех быков-производителей имели молочную конституционную направленность, поскольку имели высокие показатели коэффициента молочности — выше 1000 кг молока на каждые 100 кг живой массы.

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (государственная регистрация № АААА-А19-1191014000069).

**Ключевые слова:** голштинская порода, быки-производители, коровы-дочери, продуктивность, удой, МДЖ, МДБ

**Для цитирования:** Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Молочная продуктивность коров-дочерей голштинских быков-производителей. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 85–91.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-85-91>

# Dairy productivity of cows-daughters of Holstein bulls-producers

## ABSTRACT

**Relevance** Currently, more than 65% of the dairy cattle in the country are represented by the Holstein breed. During its breeding, great attention is paid to the quality of breeding bulls.

**The aim of the work** was to assess the influence of a breeding bull on the productive qualities of daughters.

**Methods.** The research was conducted in the conditions of a typical agricultural enterprise for the production of milk — a breeding reproducer for the breeding of Holstein cattle. The material and data for comparison were the database of the IAC “SELEX-Dairy Cattle”, the results of our own research. Milk yield for 305 days of lactation was taken into account for lactation, MJ and MDB in milk. Dairy productivity (milk yield, fat content, protein content in milk) of cows was controlled by control milks. The fat and protein content was determined in the average milk sample from each cow once a month.

**Results.** As a result of the research, it was found that, based on the BLUP assessment, the evaluated breeding bulls were milk yield improvers compared to other evaluated bulls. The largest amount of milk was received from daughters of Dagger bull — 10,039.9 kg, which is more than from daughters of other bulls, by 772.6 kg, 721.8 kg and 660.6 kg of milk, or by 7.7%, 7.2% and 6.6%, respectively. The differences were unreliable. The relationship between the indicators of productive qualities varies according to a general pattern inherent in cattle: with an increase in milk yield, there is a decrease in the quality of milk: the mass fraction of fat, the mass fraction of protein in milk. Conversely, with a decrease in milk yield, an increase in these indicators is observed. The daughters of all breeding bulls had a dairy constitutional orientation, since they had high milk production coefficients — above 1,000 kg of milk for every 100 kg of live weight.

The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research at the Ural State Agrarian University (state registration No. ААААА-А19-1191014000069).

**Key words:** Holstein breed, breeding bulls, daughter cows, productivity, milk yield, MJ, MDB

**For citation:** Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Dairy productivity of cows-daughters of Holstein bulls-producers. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 85–91 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-85-91>

## Введение/Introduction

Выполнение задач по обеспечению населения продуктами питания собственного производства решается за счет использования урожайных сортов в растениеводстве и высокопродуктивных животных в животноводстве, дающих необходимый ценный продукт для питания граждан. Одним из таких продуктов является молоко, в котором содержатся все необходимые для нормальной жизнедеятельности питательные вещества в оптимальном соотношении. Получают молоко в основном от маточного поголовья крупного рогатого скота молочного и комбинированного направления продуктивности [1–3].

Основной породой молочного направления продуктивности, разводимой в стране и мире, можно считать голштинскую, которая выведена в условиях Канады и США и получила распространение по всему миру как самая обильномолочная порода. Генофонд быков-производителей этой породы широко использовался при совершенствовании молочного скота во всех странах мира, что и привело к расширению ареала данной породы [4–7]. В России голштинская порода образовалась путем поглотительного скрещивания отечественного маточного поголовья молочных пород с быками голштинской в течение длительного времени с конца 70-х годов прошлого столетия. Это позволило получить крупных, высокопродуктивных животных, хорошо приспособленных к промышленной технологии производства молока. В настоящее время более 65% поголовья молочного скота в стране представлены голштинской породой [1, 3, 8–12].

Улучшение признаков молочности во многом зависит от усовершенствования и точности оценки быков-производителей по качеству их потомства. Большое внимание уделяется качеству быков-производителей. Важным аспектом становятся количество признаков и их учет у дочерей. Быки, участвующие в проверках, могут представлять определенный риск для снижения темпов улучшения количественных характеристик, что осложняет направленную генеалогическую структуризацию племенного стада. Это связано с возможным поступлением «случайного» быка, потомство которого может долгое время оставаться в ведущих племенных хозяйствах. Оптимизация этих процессов играет ключевую роль в поддержании и развитии породных качеств. [13–21]. В связи с этим необходимо проводить всестороннюю

оценку быков-производителей по хозяйственно полезным качествам их дочерей.

*Цель работы* — оценка влияния быка-производителя на продуктивные качества дочерей.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в условиях типичного сельскохозяйственного предприятия по производству молока — племенного репродуктора по разведению голштинской породы крупного рогатого скота.

Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот»<sup>1</sup> (Россия), результаты собственных исследований.

Обработку результатов исследований проводили в 2024 г.

Объект исследований — коровы-дочери быков-производителей голштинской породы, закончивших первую лактацию: Амбассадора, Бакарди, Даггера, Дейза. Условия содержания, основной рацион, режим и фронт кормления и поения, параметры микроклимата для всех групп были одинаковыми и соответствовали зоогигиеническим нормам<sup>2</sup>.

Учитывались удои за 305 дней лактации по лактациям, МДЖ и МДБ в молоке. Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622<sup>3</sup>, ГОСТ 26809.1<sup>4</sup>. Молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка в молоке) коров оценивали по контрольным дойкам. Содержание жира и белка определяли в средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц в молочной лаборатории ОАО «Уралплемцентр» (Свердловская обл., Россия).

Рассчитывали выход питательных веществ с молоком — количество молочного жира и молочного белка, а также коэффициент молочности. Определяли коэффициент молочности, количество молочного жира и белка.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, используемых для научных целей<sup>5</sup>, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ<sup>6</sup>.

Результаты исследований были обработаны при помощи программы Microsoft Office Excel (США) с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica (США).

<sup>1</sup> <https://plinor.ru/selexdairycattle>

<sup>2</sup> Морозова Н.И. и др. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодичном стойловом содержании (монография). Рязань, 2013.

<sup>3</sup> ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

<sup>4</sup> ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Ч. 1. Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты.

<sup>5</sup> Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях.

<sup>6</sup> [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>6</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Используя материалы, представленные в «Каталоге быков-производителей молочных и молочно-мясных пород, оцененных по качеству потомства в 2021 году» (Издательство ФГБНУ «ВНИИплем», Москва, 2021), была проведена характеристика оцениваемых быков-производителей по продуктивным качествам дочерей на основании оценки метода BLUP (оценка племенной ценности быков в натуральных единицах; показывает, на какую величину вероятный генотип быка по данному признаку лучше (или хуже) средней генетической ценности всех оцененных быков).

В таблице 1 представлены общие данные об оцениваемых быках-производителях, которые вошли в оценку: Амбассадор, Бакарди, Даггер, Дейз.

Все оцениваемые быки-производители были голштинской породы зарубежной селекции, и для получения потомства хозяйством закупалась спермопродукция. Они относились к генеалогической линии голштинского скота Вис Бэк Айдиал 1013415.

В таблице 2 представлены данные об оценке быков по качеству потомства методом BLUP.

Из результатов оценки, проведенной во исполнение приказа Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации от 20 апреля 1994 года № 81 сотрудниками ФГБНУ «ВНИИплем» под руководством врио директора ФГБНУ «ВНИИплем» д-ра с.-х. наук С.Е. Тяпугина, директора Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза РФ Д.В. Бутусова, видно, что по удою все быки-производители были улучшателями.

Высокие показатели по удою позволили получить плюс и по выходу питательных веществ с молоком коров за лактацию — молочный белок и молочный жир,

хотя по количественным показателям содержания жира и белка в молоке (МДЖ и МДБ) данные оказались ниже в сравнении со средней генетической ценностью всех оцененных быков.

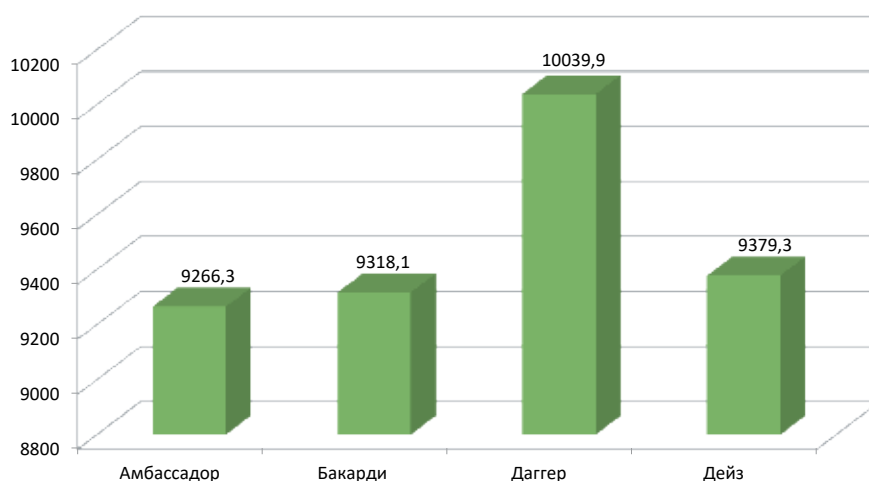
Таким образом, на основании оценки по методу BLUP оцениваемые быки-производители являлись улучшателями по удою по сравнению с другими оцененными быками.

Молочный скот оценивают по удою, качественным показателям молока, количеству молочного жира и молочного белка. Данные об удое и качественных показателях молока коров-дочерей оцениваемых быков-производителей представлены на рисунках 1, 2.

Наибольшее количество молока было получено от дочерей быка Даггера — 10039,9 кг, что больше, чем от дочерей других быков, на 772,6 кг, 721,8 кг и 660,6 кг молока, или на 7,7%, 7,2% и 6,6% соответственно. Различия были недостоверны в связи со значительной разницей удоя внутри каждой отдельно взятой группы.

По качественным показателям молока дочери быков-производителей практически не различались

**Рис. 1.** Удой дочерей быков-производителей, кг  
**Fig. 1.** Milk yield of daughters of bulls of producers, kg



**Таблица 1.** Характеристика быков-производителей  
**Table 1.** Characteristics of producing bulls

| № п/п | Кличка     | Инв. №     | Идент. №     | Дата рождения | Кол-во дочерей | Стадо, год, сезон | Достоверность |
|-------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|
| 1     | Амбассадор | 65689792   | US0065689792 | 13.03.2008    | 57             | 24                | 84            |
| 2     | Бакарди    | 3583       | NL0533135835 | 25.12.2010    | 161            | 24                | 91            |
| 3     | Даггер     | 3126477819 | US3126477819 | 16.12.2014    | 54             | 8                 | 81            |
| 4     | Дейз       | 5488       | NL0881354889 | 05.03.2011    | 207            | 75                | 94            |

**Таблица 2.** Результаты оценки быков-производителей по методу BLUP

**Table 2.** The results of the evaluation of producer bulls by the BLUP method

| № п/п | Удой, кг |              | МДЖ, %  |              | Молочный жир, кг |              | МДБ, %  |              | Молочный белок, кг |              |
|-------|----------|--------------|---------|--------------|------------------|--------------|---------|--------------|--------------------|--------------|
|       | среднее  | оценка (EBV) | среднее | оценка (EBV) | среднее          | оценка (EBV) | среднее | оценка (EBV) | среднее            | оценка (EBV) |
| 1     | 8964     | 592,9        | 3,90    | 0,01         | 349,20           | 24,32        | 3,24    | 0,02         | 289,8              | 21,4         |
| 2     | 6778     | 615,0        | 3,94    | 0,01         | 267,27           | 24,87        | 3,13    | -0,01        | 212,6              | 18,7         |
| 3     | 8190     | 1314,1       | 3,86    | -0,01        | 316,07           | 49,27        | 3,09    | 0,00         | 252,9              | 42,3         |
| 4     | 8685     | 686,5        | 3,73    | -0,11        | 323,94           | 18,62        | 3,17    | -0,05        | 274,8              | 17,8         |

между собой, хотя и имеется тенденция более высоких показателей по МДЖ в молоке у дочерей быка Бакарди и более низких показателей в молоке коров-дочерей быка Даггера, который отличался и снижением показателя по содержанию белка (рис. 2).

Высокие показатели МДБ в молоке были в молоке дочерей быка Бакарди. Анализируя сопряженность удоя и качественных показателей молока, можно сделать вывод, что взаимосвязь показателей продуктивных качеств изменяется по общей закономерности, присущей для крупного рогатого скота: при повышении удоя идет снижение качественных показателей молока — массовой доли жира и массовой доли белка в молоке. И наоборот, при снижении удоя наблюдается повышение данных показателей.

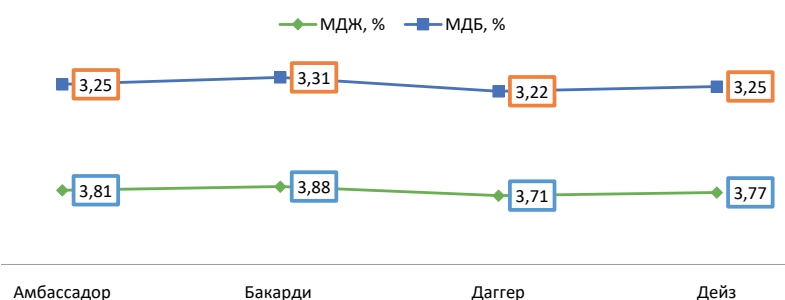
При проведении бонитировки для оценки племенной ценности коров особое внимание уделяется показателям собственной продуктивности. Для этого применяется сопряженный показатель, соединяющий между собой количественный и качественный — удой и массовую долю жира (белка) в молоке: количество молочного жира и молочного белка, полученного от коров за лактацию. Эти данные по дочерям оцениваемых быков-производителей представлены на рисунке 3.

Несмотря на разницу по удоям и качественным показателям молока у дочерей быков-производителей, разница по выходу питательных веществ (молочного жира и молочного белка) была небольшой и составила 43,2 кг, 28,4 кг и 39,4 кг питательных веществ относительно дочерей быка Даггера, от которых получено больше всего молочного жира и молочного белка. Большее влияние на выход питательных веществ с молоком за лактацию оказывает удой, а затем качественные показатели молока.

Одним из показателей продуктивных качеств молочного скота является коэффициент молочности, который показывает количество надоев молока на каждые 100 кг живой массы коровы. Его можно считать показателем как конституциональной направленности коровы в сторону той или иной продуктивности, так

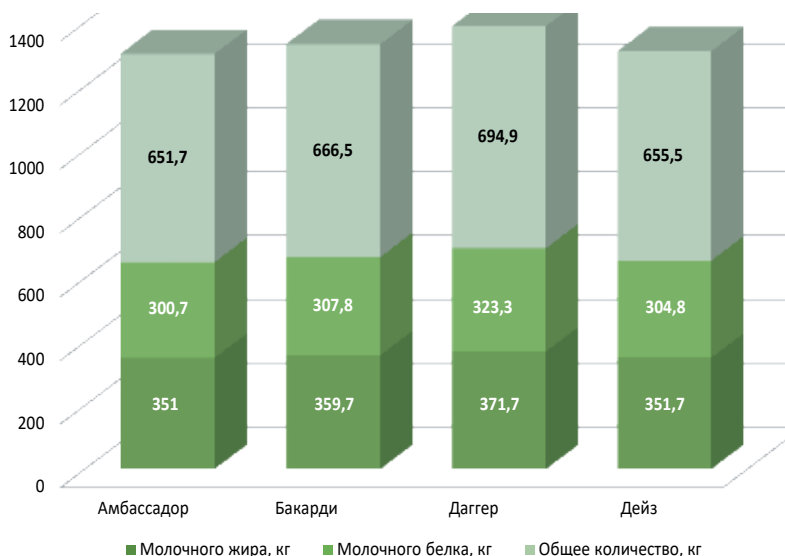
**Рис. 2.** МДЖ и МДБ в молоке коров быков-производителей, %

**Fig. 2.** MJ and MDB in the milk of cows of breeding bulls, %



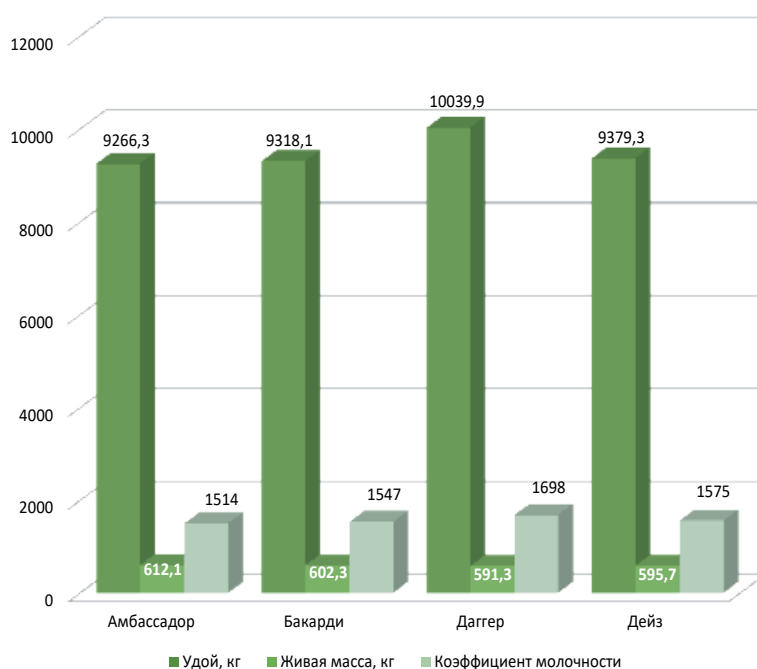
**Рис. 3.** Выход питательных веществ с молоком, кг

**Fig. 3.** The yield of nutrients in milk, kg



**Рис. 4.** Коэффициент молочности коров-дочерей быков-производителей

**Fig. 4.** Milk production coefficient of cows-daughters of bulls-producers



и показателем эффективности коровы с точки зрения производства молока (рис. 4).

Все дочери всех быков-производителей имели молочную конституционную направленность,

поскольку они имели высокие показатели коэффициента молочности — выше 1000 кг молока на каждые 100 кг живой массы. Интересен и вопрос по количеству питательных веществ, произведенных с молоком на каждый килограмм живой массы, учитывая количество молочного жира и молочного белка, полученных с молоком за лактацию (рис. 5).

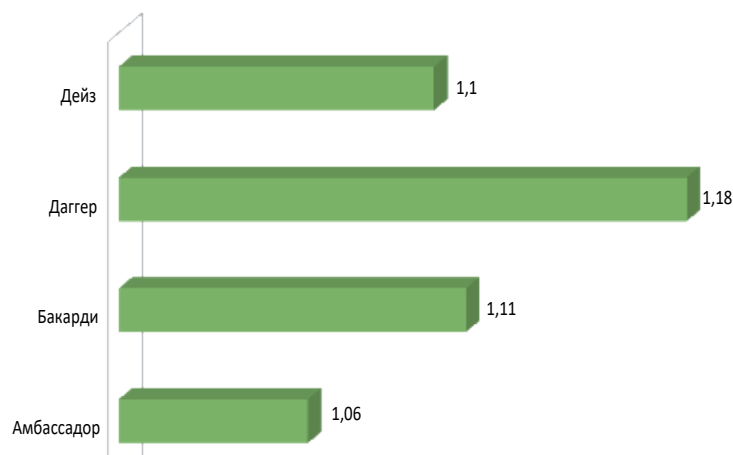
Установлено, что наибольшее количество молочного жира и молочного белка с молоком на каждый килограмм живой массы было получено от дочерей быка Даггера — 1,18 кг, что больше, чем в группах дочерей других быков-производителей, на 0,08 кг, 0,07 кг и 0,12 кг, или на 6,8%, 5,9% и 10,2%.

На выход питательных веществ с молоком оказали влияние удои животных и их живая масса. Показатели массовой доли жира и белка в молоке не оказали существенного влияния на выход питательных веществ.

### Выводы/Conclusions

Быки-производители подтвердили высокую оценку по методике BLUP, доказав свою эффективность как улучшатели по удою. Их дочери не только соответствовали, но и превосходили минимальные требования голштинской породы по содержанию молочного жира (МДЖ) и молочного белка (МДБ), что свидетельствует о стабильности наследственных признаков. Высокие показатели удоя обеспечили значительный выход молочного жира и белка, что дополнительно подтверждает их ценность в селекционном плане. Это позволяет

**Рис. 5.** Выход молочного жира и молочного белка на 1 кг живой массы, кг  
**Fig. 5.** The yield of milk fat and milk protein per 1 kg of body weight, kg



рекомендовать данных производителей для интенсивного использования в племенных программах, направленных на повышение продуктивности молочного стада.

Кроме того, полученные результаты указывают на то, что генетический потенциал этих быков способствует не только увеличению надоев, но и улучшению качественных характеристик молока. Высокая племенная ценность делает их перспективными для получения ремонтного молодняка, который сможет обеспечить устойчивое развитие молочного скотоводства в Свердловской области. Широкое применение таких производителей в хозяйствах региона позволит повысить рентабельность молочного производства за счет роста продуктивности и улучшения биохимических показателей молока.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (государственная регистрация № АААА-А19-1191014000069).

### FUNDING

The study is exploratory and carried out within the framework of scientific research at the Ural State Agrarian University (state registration No. АААА-А19-1191014000069).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Горелик О.В., Ребезов М.Б., Долматова И.А. Молочная продуктивность коров уральского типа голштинизированного черно-пестрого скота. *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 81-й Международной научно-технической конференции.* Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2023; 2: 250. <https://elibrary.ru/azjxic>
- Строев В.В., Магомедов М.Д., Алексеичева Е.Ю. Повышение производства и потребления молочных продуктов в России и продовольственная безопасность. *Экономика: вчера, сегодня, завтра.* 2023; 13(6–1): 368–380. <https://elibrary.ru/fkhuwv>
- Сафронов С.Л., Костомакхин Н.М., Соловьева О.И., Остроухова В.И., Кульмакова Н.И. Молочная продуктивность и долголетие коров в условиях промышленной технологии производства молока. *Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства. По материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова.* М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2022; 1: 223–227. <https://elibrary.ru/drqjgh>

### REFERENCES

- Gorelik O.V., Rebezov M.B., Dolmatova I.A. Milk productivity of Ural type cows of Holsteinized Black-and-White cattle. *Current problems of modern science, technology and education. Abstracts of the 81<sup>st</sup> International scientific and technical conference.* Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2023; 2: 250 (in Russian). <https://elibrary.ru/azjxic>
- Stroev V.V., Magomedov M.D., Alekseicheva E.Yu. Increasing the production and consumption of dairy products in Russia and food security. *Economics: yesterday, today and tomorrow.* 2023; 13(6–1): 368–380 (in Russian). <https://elibrary.ru/fkhuwv>
- Safronov S.L., Kostomakhin N.M., Solovyova O.I., Ostroukhova V.I., Kulmakova N.I. Milk productivity and longevity of cows under industrial milk production technology. *Breeding and technological aspects of intensification of livestock production. On the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 150<sup>th</sup> anniversary of the birth of Academician M.F. Ivanov.* Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2022; 1: 223–227 (in Russian). <https://elibrary.ru/drqjgh>

4. Соловьева О.И., Крестянинова Е.И., Халикова Т.Ю. Продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы разного происхождения. *Главный зоотехник*. 2020; (12): 24–33. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2012-03>
5. Соловьева О.И., Крестянинова Е.И., Беляев О.В., Боцаев Д.Ф. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы при разной сочетаемости линий. *Главный зоотехник*. 2021; (4): 24–33. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2104-03>
6. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Шакиров Ш.К. Совместимость молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров-первотелок голштинской породы. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020; 15(2): 5–9. <https://elibrary.ru/fboovk>
7. Птушкина С.А., Ткачева О.Л., Ткачев А.В. Молочная продуктивность коров голштинской породы разных генотипов. Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о земле: теоретические и прикладные аспекты. Материалы симпозиума XIX (LI) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово, 2024; 209–212. <https://elibrary.ru/dbrrbb>
8. Горелик О.В., Ребезов М.Б., Свешникова Е.Я. Молочная продуктивность коров голштинской линии Рефлекшн Соверинга. Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК. Сборник тезисов. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2022; 2: 66–67. <https://elibrary.ru/hzxdql>
9. Брянцев А.Ю., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Ребезов М.Б. Оценка физико-химических показателей молока коров в зависимости от линейной принадлежности. *Вестник Омского государственного университета*. 2023; (3): 9–20. [https://doi.org/10.52754/16948610\\_2023\\_3\\_2](https://doi.org/10.52754/16948610_2023_3_2)
10. Лавров А.А., Белооков А.А., Горелик О.В. Молочная продуктивность коров голштинизированных линий черно-пестрого скота. *Вестник биотехнологии*. 2020; (2): 5. <https://elibrary.ru/htnwb>
11. Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 50–51. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
12. Чеченихина О.С., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Степанов А.В. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (6): 71–79. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
13. Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Kosilov V.I., Sedykh T.A. The effect of Holstein bulls 'kappa-casein gene genotype on the productive longevity of their female offspring in the republic of Bashkortostan. *BIO web of conferences. International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture" (FSRAABA 2021)*. Tyumen, 2021; 36: 06007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213606007>
14. Петрухина Л.Л., Белозерцева С.Л., Кузнецов А.И. Влияние племенной ценности быков-производителей и продуктивности их матерей на молочную продуктивность их потомства. *Вестник ИРГСХА*. 2020; 98: 94–100. <https://elibrary.ru/gxegqu>
15. Ляшенко В.В., Каешова И.В., Губина А.В., Чупшева Н.Ю. Молочная продуктивность дочерей разных быков-производителей голштинской породы. *Нива Поволжья*. 2022; (2): 2004. <https://doi.org/10.36461/NP.2022.62.2.020>
16. Шишкина Т.В., Гусева Т.А. Оценка быков-производителей по качеству потомства. *Нива Поволжья*. 2020; (3): 80–86. <https://doi.org/10.36461/NP.2020.56.3.010>
17. Попов Н.А. Генеалогическая структура и оценка быков-производителей голштинской породы. *Аграрная наука*. 2021; (7–8): 28–32. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-28-32>
18. Вахрамова О.Г., Бузина О.В., Черемуха Е.Г., Ревякин А.О. Влияние быков-производителей на продуктивные качества дочерей. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2024; (1): 29–35. <https://elibrary.ru/uywvda>
19. Сакса Е.И. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; (5): 23–28. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.20.46.004>
20. Дунин И.М., Голубков А.И., Аджибеков К.К., Чекушкин А.М., Лозовая Г.С. Сравнительная оценка быков-производителей красно-пестрой породы крупного рогатого скота по происхождению и качеству потомства методом дочери-сверстницы (Д-С). *Вестник КРАСГАУ*. 2015; (9): 212–218. <https://elibrary.ru/ujkgpj>
4. Solovyova O.I., Krestyaninova E.I., Khalikova T.Yu. Productivity and reproductive traits of cows of Holstein breed of different origin. *Head of animal breeding*. 2020; (12): 24–33 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2012-03>
5. Solovyova O.I., Krestyaninova E.I., Belyaev O.V., Bochaev D.F. Milk productivity and reproductive traits of cows of Holstein breed when different genealogical lines combinations. *Head of animal breeding*. 2021; (4): 24–33 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2104-03>
6. Gaynutdinova E.R., Safina N.Yu., Shakirov Sh.K. Compatibility of dairy productivity and reproductive capacity of Holstein breed cows. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2020; 15(2): 5–9 (in Russian). <https://elibrary.ru/fboovk>
7. Ptushkina S.A., Tkacheva O.L., Tkachev A.V. Milk productivity of Holstein cows of different genotypes. *Interdisciplinary approaches in biology, medicine and earth sciences: theoretical and applied aspects. Proceedings of the symposium of the XIX (LI) International scientific conference of students, graduate students and young scientists*. Kemerovo, 2024; 209–212 (in Russian). <https://elibrary.ru/dbrrbb>
8. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Sveshnikova E.Ya. Milk productivity of Holstein cows of the Reflection Sovering line. *Modern technologies for cultivation, processing and storage of agricultural products. Collection of abstracts*. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2022; 2: 66–67. (in Russian). <https://elibrary.ru/hzxdql>
9. Bryantsev A.Yu., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Rebezov M.B. Evaluation of physico-chemical parameters of cow's milk depending on the linear affiliation. *Bulletin of Osh State University*. 2023; (3): 9–20 (in Russian). [https://doi.org/10.52754/16948610\\_2023\\_3\\_2](https://doi.org/10.52754/16948610_2023_3_2)
10. Lavrov A.A., Belookov A.A., Gorelik O.V. Dairy productivity of cows of Holstein lines of Black-and-White cattle. *Bulletin of biotechnology*. 2020; (2): 5 (in Russian). <https://elibrary.ru/htnwb>
11. Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of breed and class composition cattle of the Ural region. *Rossiyskaya sel'skhozajstvennaya nauka*. 2019; (1): 50–51 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
12. Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Lorets O.G., Stepanov A.V. The age of retirement of cows from the herd, depending on genetic and paratypical factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (6): 71–79 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
13. Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Kosilov V.I., Sedykh T.A. The effect of Holstein bulls 'kappa-casein gene genotype on the productive longevity of their female offspring in the republic of Bashkortostan. *BIO web of conferences. International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture" (FSRAABA 2021)*. Tyumen, 2021; 36: 06007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213606007>
14. Petrukhina L.L., Belozertseva S.L., Kuznetsov A.I. Influence of the breeding value of bulls and the productivity of their mothers on the dairy productivity of their progeny. *Vestnik IrgSCHA*. 2020; 98: 94–100 (in Russian). <https://elibrary.ru/gxegqu>
15. Lyashenko V.V., Kaeshova I.V., Gubina A.V., Chupsheva N.Yu. Milk productivity of daughters of different sires of the Holstein breed. *Volga Region Farmland*. 2022; (2): 2004. <https://doi.org/10.36461/VRF.2022.13.2.020>
16. Shishkina T.V., Guseva T.A. The assessment of servicing bulls by the offspring quality. *Volga Region Farmland*. 2020; (3): 61–66. <https://doi.org/10.26177/VRF.2020.7.3.012>
17. Popov N.A. Genealogical structure and evaluation of Holstein breeding bulls. *Agrarian science*. 2021; (7–8): 28–32 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-28-32>
18. Vakhramova O.G., Buzina O.V., Cheremukha E.G., Revyakin A.O. Influence of servicing bulls on the productive qualities of daughters. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2024; (1): 29–35 (in Russian). <https://elibrary.ru/uywvda>
19. Saksa E.I. Evaluation of the Holstein breed sires by the quality of offspring. *Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020; (5): 23–28 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.20.46.004>
20. Dunin I.M., Golubkov A.I., Adzhibekov K.K., Chekushkin A.M., Lozovaya G.S. The comparative assessment of the bull-sires of the cattle Red-Motley breed on the origin and the posterity quality by the method of daughter-peer (D-P). *Bulletin of KrasGAU*. 2015; (9): 212–218 (in Russian). <https://elibrary.ru/ujkgpj>

21. Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Молочная продуктивность коров-дочерей разных быков-производителей зарубежной селекции. *Главный зоотехник*. 2024; (4): 20–33. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2404-03>

21. Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Milk productivity of cows-daughters of different sires of foreign breeding. *Head of animal breeding*. 2024; (4): 20–33 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2404-03>

## ОБ АВТОРАХ

### Артём Сергеевич Горелик<sup>1</sup>

кандидат биологических наук  
temae077ex@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

### Ольга Васильевна Горелик<sup>2</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов  
olgao205en@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

### Максим Борисович Ребезов<sup>2, 3</sup>

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>2</sup>;
- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

### Светлана Юрьевна Харлап<sup>2</sup>

кандидат биологических наук, доцент  
proffuniver@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

<sup>1</sup>Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620062, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет,  
ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

<sup>3</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук,  
ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Artyom Sergeevich Gorelik<sup>1</sup>

Candidate of Biological Sciences  
temae077ex@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

### Olga Vasilyevna Gorelik<sup>2</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products  
olgao205en@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

### Maksim Borisovich Rebezov<sup>2, 3</sup>

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>2</sup>;
- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

### Svetlana Yurievna Kharlap<sup>2</sup>

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
proffuniver@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

<sup>1</sup>Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and Disaster Response of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia,  
22 Mira Str., Yekaterinburg, 620062, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University,  
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

<sup>3</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems,  
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

А.Б. Вахрамеев

М.В. Позовникова ✉

А.Е. Рябова

З.Л. Федорова

Н.В. Дементьева

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Тярлево, Санкт-Петербург, Россия

✉ pozovnikova@gmail.com

Поступила в редакцию: 28.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Вахрамеев А.Б., Позовникова М.В.,  
Рябова А.Е., Федорова З.Л.,  
Дементьева Н.В.

Anatoly B. Vakhrameev

Marina V. Pozovnikova ✉

Anna E. Ryabova

Zoya L. Fedorova

Natalia V. Dementieva.

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Tyarlevo, Saint Petersburg, Russia

✉ pozovnikova@gmail.com

Received by the editorial office: 28.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Vakhrameev A.B., Pozovnikova M.V.,  
Ryabova A.E., Fedorova Z.L., Dementieva N.V.

# Сравнительный анализ фенотипической изменчивости кур различного направления продуктивности

## РЕЗЮМЕ

В птицеводстве оценка экстерьера кур необходима для определения соответствия кур породным стандартам и направлению продуктивности, а также для оценки генетического разнообразия. Объектом исследования являлись куры пород царскосельская (ЦС), пушкинская (П), русская белоснежная (РБ), новопавловская золотистая (НЗ), карликовый кохинхин (КК) и шелковая (Ш). На основании данных промеров тела были рассчитаны индекс длинноноготости (ИД) и индекс эйрисомии (ИЭ). Исследования показали, что куры разного направления продуктивности отличаются по значениям живой массы, линейных промеров тела и степенью выраженности их взаимосвязей. Птицы комбинированного направления продуктивности отличались наибольшей длиной ног. Самое низкое значение ИД отмечено у КК (49,2%), при этом у них оказалось самое широкое и плотное телосложение согласно ИЭ. По этому показателю КК превосходили НЗ на 24,5%, ЦС на 24,4%, РБ на 12,2%. Большее число достоверных корреляционных связей между промерами тела было получено для РБ, что косвенно свидетельствует о высоком потенциале яичной продуктивности данной породы. У декоративных пород кур выявлено меньшее число достоверных корреляций, при этом признаки «обхват груди», «обхват плюсны» имели слабую взаимосвязь, в отличие от продуктивных пород. Наибольшее количество положительных корреляционных связей было получено для кур КК. Результаты кластерного анализа свидетельствуют о том, что куры различного направления продуктивности обладают характерными экстерьерными признаками, которые могут быть смоделированы с помощью анализа данных промеров тела.

**Ключевые слова:** куры, экстерьер, промеры тела, угол груди, индекс телосложения, фенотипическая изменчивость

**Для цитирования:** Вахрамеев А.Б., Позовникова М.В., Рябова А.Е., Федорова З.Л., Дементьева Н.В. Сравнительный анализ фенотипической изменчивости кур различного направления продуктивности. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 92–100. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-92-100>

# Comparative analysis of the phenotypic variability of chickens of different productivity directions

## ABSTRACT

In poultry, chicken exterior evaluation is necessary to determine the compliance of chickens with breed standards, productivity direction and to assess genetic diversity. The object of the study were hens of Tsarskoye Selo (Ts), Pushkin (Pus), Russian White (RW), Novopavlovo gold (NG), Cochín Dwarf (CD) and Silky (S) breeds. Long-leggedness index (LLI) and eurysomy index (EI) were calculated based on body measurements. Our studies showed that chickens of different productivity directions vary in values of live weight, linear body measurements and the degree of expression of their relationships. Dual-purpose breeds were characterized by the greatest leg length. The lowest LLI was observed in CCs (49.2%), and they appeared to have the widest and thickest constitution according to EI. The CD surpassed PG by 24.5%, S by 24.4%, and RW by 12.2% on this index. A greater number of reliable correlations between body measurements was obtained for RW hens, which indirectly indicates a high potential of egg productivity in this breed. Fancy chicken breeds showed a smaller number of reliable correlations, and the traits “chest girth”, “metatarsus girth” had a weak correlation in contrast to productive breeds. The greatest number of positive correlations was obtained for CD. The results of cluster analysis indicate that chickens of different productivity exhibit specific exterior traits, which can be modeled by analyzing body measurement data.

**Key words:** Chicken, exterior, body measurement, chest angle, body type index. phenotypic variability

**For citation:** Vakhrameev A.B., Pozovnikova M.V., Ryabova A.E., Fedorova Z.L., Dementieva N.V. Comparative analysis of the phenotypic variability of chickens of different productivity directions. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 92–100 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-92-100>

## Введение/Introduction

Фенотипическое разнообразие современных пород и популяций кур является результатом длительного процесса одомашнивания, насчитывающего тысячи лет. В разных регионах мира искусственный отбор был направлен на формирование как продуктивных качеств птицы (яичная и мясная продуктивность), так и декоративного экстерьера (цвет оперения, форма гребня, «украшения» и пр.). В результате чего на сегодняшний день во всём мире насчитывается большое количество разнообразных по внешнему виду пород кур с уникальными генотипами [1].

Разнообразие фенотипических характеристик предполагает генетическую изменчивость определенных локусов генома, что в свою очередь обеспечивает ресурс, необходимый как для сохранения и совершенствования существующих пород, так и для создания новых. Особенности фенотипа проявляются на всех стадиях развития особи, в том числе и на стадии эмбрионального развития [2].

Описание экстерьера дает начальную оценку разнообразия пород, что является полезным инструментом для анализа генетической изменчивости, филогенетических связей между различными породами и популяциями [3], идентификации экотипов [4, 5], выявления генетических маркеров, ассоциированных с предпочтительными фенотипами [6].

Оценка экстерьера кур играет важную роль в птицеводстве и необходима не только для определения соответствия кур породным стандартам, но и для повышения уровня здоровья, производительности, эстетичности и генетического разнообразия птицы.

Экстерьерные признаки могут варьироваться в зависимости от породы и индивидуальных особенностей птицы и отражают потенциал ее продуктивности [7]. Куры яичных пород обычно имеют легкое телосложение, а мясные куры — массивное с широкой и глубокой грудью для увеличения мышечной массы. Породы комбинированного типа занимают промежуточное положение, совмещая в себе признаки как яичных, так и мясных пород в различной степени выраженности. Декоративные породы кур отличаются большим разнообразием экстерьера, что объясняется отсутствием у них предварительной селекции по продуктивным признакам. Они служат прекрасным контрастным фоном для исследования продуктивных пород [8–11].

Данные по промерам тела могут использоваться как дополнительная оценка птицы в различных

исследованиях, при этом данный подход применим в том числе и для промышленных кроссов [12], и для гибридов [13]. Число оцениваемых фенотипических показателей может варьировать [14], а увеличение объема данных значительно повышает научную и практическую ценность работы [15].

*Цель исследования* — сравнительная оценка фенотипической изменчивости кур различного направления продуктивности на основе живой массы и промеров тела.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование было проведено в 2023 году. Объектом исследования являлись куры в возрасте 270 дней пород царскосельская ( $n = 90$ ), пушкинская ( $n = 107$ ), русская белоснежная ( $n = 101$ ), новопавловская золотистая ( $n = 48$ ), карликовый кохинхин ( $n = 30$ ) и шелковая ( $n = 30$ ), содержащиеся в биоресурсной коллекции «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» Российского научно-исследовательского института генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиала Федерального исследовательского центра животноводства им. Л.К. Эрнста<sup>1</sup>.

*Царскосельская популяция кур (ЦС)* (рис. 1.1) относится к мясо-яичному типу. Работа по созданию данной популяции была начата в 1993 году в экспериментальном хозяйстве ВНИИГРЖ. Путем скрещивания полтавских глинистых кур и нью-гемпширов с палево-полосатыми 4-линейными петухами кросса «Бройлер-6» была получена птица с массивным туловищем, сильными и высокими ногами и крепким костяком.

**Рис. 1.** Фенотипическое разнообразие пород и популяций кур:  
1) — царскосельская, 2) — пушкинская, 3) — русская белоснежная,  
4) — новопавловская золотистая, 5) — карликовый кохинхин,  
6) — шелковая

**Fig. 1.** Phenotypic diversity of breeds and populations of chickens:  
1) — Tsarskoye Selo, 2) — Pushkinskaya, 3) — Russian White,  
4) — Novopavlovo gold, 5) — Cochin Dwarf, 6) — Silky



<sup>1</sup> <http://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischeyayushhix-porod-kur>

Пушкинская порода кур (П) яично-мясного направления продуктивности (рис. 1.2) выводилась на протяжении 35 лет и была утверждена в 2007 году<sup>2</sup>. При создании использовалась экспериментальная популяция кур черно-пестрого австралорпа и петухов белого леггорна с последующим вводом скрещиванием с московской бойцовой и цветными гибридами «Бройлер-6». Птица активная, отличается крепким телосложением, высоким поставом на достаточно длинных ногах и корпусом, приподнятым в плечах.

Русская белоснежная (РБ) (рис. 1.3) — куры, выведенные во ВНИИГРЖ из русской белой породы с селекцией на высокую жизнеспособность, устойчивость к лейкозу и карциномам. Имеет классический яичный тип экстерьера: легкое телосложение и костяк, преимущественное развитие живота и хвостовой части у кур, изящные ноги.

Новопавловская золотистая (НЗ) (рис. 1.4) — декоративная порода по живой массе, относящаяся к «легкому» классу. Утверждена в 2016 году<sup>3</sup>. Работа по воссозданию начата в 80-х гг. прошлого столетия сложным воспроизводительным скрещиванием. На первоначальном этапе получили гибрид пород фавероль × гудан. Затем метисов последовательно скрещивали с падуанами, аппенцеллерами и шелковой породой.

Карликовый кохинхин (КК) (пекинская бентамка) (рис. 1.5) — декоративная карликовая порода. Оригинальная порода, которая известна уже несколько столетий. Предки неизвестны. Не является родственником большого кохинхина. Разводят в ВНИИГРЖ более 25 лет. Данная порода, несмотря на карликовые размеры, обладает ярко выраженными мясными формами. Носитель маркерного гена карликовости — dw.

Шелковая (Ш) — декоративная порода кур (рис. 1.6). Первые упоминания о породе датированы более 2000 лет назад. Во ВНИИГРЖ разводят на протяжении последних 25 лет. Особенности птицы — черно-синяя кожа и шелковистое, преимущественно белое оперение, напоминающее шерсть или мех. Птица некрупная, округлых форм с большим количеством декоративных украшений, являющихся целью селекции этой породы.

Содержание птицы напольное групповое. Индивидуально для каждой особи проводили взвешивание электронным безменом WeiHeng S-45 (Китай) с точностью до 5 г, взятие промеров тела с использованием циркуля Intool (Китай) с точностью до 0,02 см (см): длина корпуса, корпуса с шеей, кия, бедра, плюсны, голени,

глубина груди, ширина таза; с использованием мерной ленты (см): обхват груди, обхват плюсны.

Показатель «угол груди» (°) измеряли с помощью угломера ДВЗ-85 (Россия). Данные по массе яйца и яйценоскости взяты из базы данных зоотехнического учета за 2022–2023 гг. На основании данных промеров были рассчитаны индекс длинноности (ИД) и индекс эйрисомии (ИЭог) [4]:

$$\text{ИД} = 100 \times \frac{\text{длина плюсны}}{\text{длина корпуса}}, \quad (1)$$

$$\text{ИЭог} = 100 \times \frac{\text{обхват груди}}{\text{длина корпуса}}, \quad (2)$$

Средства измерения поверены.

Статистическую обработку данных и визуализацию графических изображений проводили в программе Statistica 10.0 (Statsoft, Inc. / TIBCO, Palo Alto, CA, USA). Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента Пирсона (уровень значимости  $p < 0,05$ ).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ экстерьера представляет собой исследование морфологических характеристик птицы. Именно линейные размеры птицы и ее живая масса позволяют дифференцировать породы, оценить соответствие особи породным стандартам и прогнозировать ее хозяйственно полезный потенциал.

В данном исследовании использованы 11 показателей экстерьера, что позволяет провести достаточно широкий анализ.

В таблице 1 и на рисунке 2 представлены данные по живой массе, промерам тела и яичной продуктивности кур анализируемых групп. Так, куры

Таблица 1. Показатели живой массы и промеров тела кур анализируемых групп ( $\mu \pm \text{SE}$ )

Table 1. Live weight and body measurements of chickens of the analyzed groups (Mean  $\pm$  Std. Err)

| Показатель        | Порода          |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                   | ЦС<br>n = 90    | П<br>n = 107    | РБ<br>n = 101   | НЗ<br>n = 48    | КК<br>n = 30    | Ш<br>n = 30     |
| Живая масса, кг   | 2,50 $\pm$ 0,03 | 2,55 $\pm$ 0,03 | 1,79 $\pm$ 0,02 | 1,42 $\pm$ 0,02 | 0,82 $\pm$ 0,02 | 0,92 $\pm$ 0,02 |
| Длина бедра, см   | 10,5 $\pm$ 0,1  | 10,5 $\pm$ 0,1  | 8,8 $\pm$ 0,1   | 8,8 $\pm$ 0,1   | 6,9 $\pm$ 0,1   | 7,7 $\pm$ 0,1   |
| Длина голени, см  | 14,8 $\pm$ 0,1  | 14,8 $\pm$ 0,1  | 13,0 $\pm$ 0,1  | 12,2 $\pm$ 0,1  | 9,1 $\pm$ 0,1   | 10,7 $\pm$ 0,1  |
| Длина плюсны, см  | 10,7 $\pm$ 0,1  | 10,7 $\pm$ 0,1  | 8,8 $\pm$ 0,1   | 8,7 $\pm$ 0,1   | 5,8 $\pm$ 0,1   | 7,6 $\pm$ 0,1   |
| Обхват груди, см  | 33,4 $\pm$ 0,1  | 33,6 $\pm$ 0,1  | 30,2 $\pm$ 0,2  | 27,5 $\pm$ 0,2  | 23,3 $\pm$ 0,2  | 23,7 $\pm$ 0,2  |
| Обхват плюсны, см | 4,1 $\pm$ 0,1   | 3,9 $\pm$ 0,1   | 3,2 $\pm$ 0,1   | 3,7 $\pm$ 0,1   | 3,0 $\pm$ 0,1   | 3,0 $\pm$ 0,1   |
| Длина кия, см     | 12,2 $\pm$ 0,1  | 11,7 $\pm$ 0,1  | 9,6 $\pm$ 0,1   | 9,8 $\pm$ 0,1   | 8,0 $\pm$ 0,1   | 8,8 $\pm$ 0,1   |
| Ширина таза, см   | 9,3 $\pm$ 0,1   | 9,2 $\pm$ 0,1   | 8,5 $\pm$ 0,1   | 7,1 $\pm$ 0,1   | 5,8 $\pm$ 0,1   | 6,3 $\pm$ 0,1   |
| Глубина груди, см | 12,7 $\pm$ 0,1  | 12,9 $\pm$ 0,1  | 10,6 $\pm$ 0,1  | 10,2 $\pm$ 0,1  | 9,2 $\pm$ 0,1   | 9,2 $\pm$ 0,1   |
| Длина корпуса, см | 19,3 $\pm$ 0,2  | 19,2 $\pm$ 0,1  | 16,3 $\pm$ 0,1  | 15,9 $\pm$ 0,1  | 11,8 $\pm$ 0,1  | 13,3 $\pm$ 0,2  |
| Корпус + шея, см  | 36,0 $\pm$ 0,1  | 35,8 $\pm$ 0,2  | 31,4 $\pm$ 0,2  | 30,3 $\pm$ 0,2  | 24,5 $\pm$ 0,3  | 26,2 $\pm$ 0,2  |
| Угол груди, °     | 78,7 $\pm$ 0,4  | 78,4 $\pm$ 0,5  | 68,6 $\pm$ 0,5  | 71,1 $\pm$ 0,5  | 67,5 $\pm$ 0,8  | 67,3 $\pm$ 0,7  |

Примечание: ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.

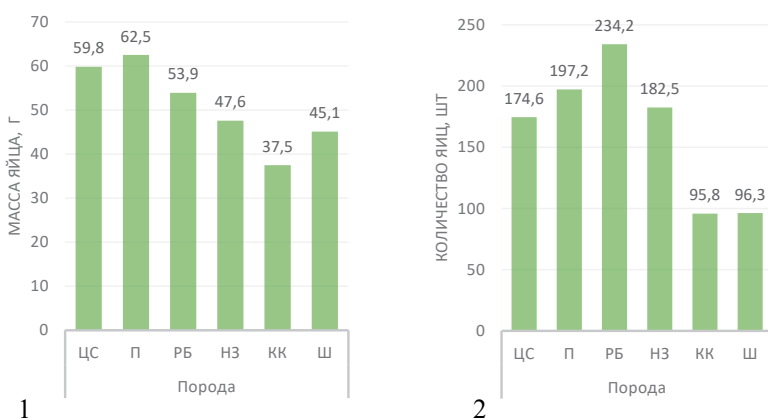
<sup>2</sup> Борисенко Е.В., Вахрамеев А.Б., Голубев А.К., Земцова Л.В., Паронян И.А., Попов И.И., Прохоренко П.Н., Юрченко О.П. Патент RU 2785368. Селекционное достижение № 3633 куры Gallus Gallus L. Пушкинская. Опубликовано 11.05.2007.

<sup>3</sup> Вахрамеев А.Б., Паронян И.А., Племяшов К.В., Федоров И.В., Филиппова Н.Д., Юрченко О.П. Патент RU 8458041. Селекционное достижение № 8653 куры Gallus Gallus L. Новопавловская. Опубликовано 27.10.2016.

**Рис. 2.** Средние значения массы яйца в 270 дней жизни (1) и яйценоскости за 52 недели жизни (2) для анализируемых пород и популяций кур

**Fig. 2.** Mean values of egg weight at 270 days of life (1) and egg production at 52 weeks of life (2) for the analyzed breeds and populations of hens

*Примечание:* ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.



комбинированного направления продуктивности — царскосельская и пушкинская — имели схожие средние значения живой массы и промеров тела. Однако для кур пушкинской породы показатели «яйценоскость» и «масса яйца» были выше (на 22,6 шт. и 2,7 г соответственно), что свидетельствует о направленности селекции у данной породы в сторону яичной продуктивности.

В группе кур декоративных пород карликовый кохинхин и шелковая отличались меньшими значениями живой массы (< 1,0 кг), яйценоскости и массы яйца. Это объясняется как требованиями породных стандартов, так и отсутствием целенаправленной селекции на яичную продуктивность. Куры НЗ отличаются ярко выраженным декоративным типом. Значения их живой массы и промеров тела близки к значениям, полученным для РБ. Однако НЗ куры уступают РБ по промерам «ширина таза» (на 16,5%), «длина голени» (на 6,15%) и превосходят по показателю «угол груди» (на 3,5%). Эти отличия объясняются более выраженным типом яичного направления продуктивности РБ.

Некоторое превосходство НЗ по обхвату плюсны можно объяснить наличием характерного «павловского» кругового оперения на плюсне, что несколько завышает показатель обхвата плюсны. Хотя данная порода декоративная, она отличается неплохой яйценоскостью и средней массой яйца. В целом куры РБ и НЗ по своим характеристикам статей тела относятся к «легкому» классу.

Длина составных частей ног характеризует в первую очередь высоту постава корпуса особи. Во-вторых, данный показатель в промышленном мясном птицеводстве учитывается как показатель мясности птицы ввиду его высокой корреляции с живой массой [16]. По данным S. Weimer (2020), у медленнорастущих бройлеров длина большеберцовой кости может служить для определения раннего индекса адаптивности конкретных генотипов к различным системам выращивания птицы [17].

При этом данные признаки имеют высокую степень наследуемости [18].

В исследовании авторов наибольшей длиной ног отличались птицы комбинированного направления продуктивности (ЦС и П), у которых общая сумма длины составных частей ног составила 36,0 см. РБ и НЗ имели соразмерные значения (30,6 см и 29,7 см соответственно). Для карликовых пород ожидаемо получены минимальные значения: 21,8 см — для КК, 26 см — для Ш.

Однако при различии абсолютных величин длины ног между анализируемыми популяциями индекс длинноногости продуктивных пород и НЗ колебался совсем незначительно — от 54,0 до

55,7%. Это означает, что, несмотря на различие в размерах, общее телосложение этих пород одинаковое.

Самое низкое значение длинноногости отмечено у КК (49,2%), в то время как Ш оказались самыми длинноногими (ИД = 57,1%). По индексу эйрисомии самыми сбитыми (макросомиками) оказались КК (197,4%). По этому показателю КК превзошли НЗ на 24,5%, ЦС на 24,4%, РБ на 12,2%. Согласно стандарту КК, эта порода должна представлять собою шар, поэтому наименьшее значение ИД и максимальное ИЭог для этой породы совершенно правильно.

Для каждой отдельно взятой породы кур длина голени имеет самые высокие значения и составляет 41–42% от суммы промеров ног, а длина плюсны и длина бедра имеют схожие значения.

Все три показателя положительно взаимозависимы для всех анализируемых популяций кур (табл. 2).

Можно обратить внимание на более высокую связь длины бедра с остальными составными частями ног у кур КК и Ш. В этих породах не было целенаправленной селекции на увеличение относительной длины бедра в качестве депо для мышц, а соответственно, и увеличения мясности птицы.

**Таблица 2. Корреляционные связи для показателей длин составных частей ног**

**Table 2. Correlation relationships for the lengths of the components of the legs**

| Сравниваемые показатели     | Порода |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                             | ЦС     | П      | РБ     | НЗ     | КК     | Ш      |
| Длина бедра — длина голени  | 0,300* | 0,303* | 0,308* | 0,400* | 0,622* | 0,627* |
| Длина бедра — длина плюсны  | 0,282* | 0,391* | 0,331* | 0,309* | 0,454* | 0,342  |
| Длина голени — длина плюсны | 0,542* | 0,649* | 0,720* | 0,687* | 0,703* | 0,698* |

*Примечание:* \*  $p < 0,05$  (коэффициент корреляции Пирсона): ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.

Бедренные кости кур малоподвижны и фактически не изменяют своей почти горизонтальной постановки. Это является одной из основных характеристик птиц, отличающих их от всех других животных, передвигающихся по земле, поскольку у последних очень подвижный тазобедренный сустав. Такое стационарное положение бедренной кости позволяет поддерживать брюшной воздухоносный мешок на вдохе, что определяет работу дыхательной системы птиц во время полета. Этим можно объяснить более высокую взаимосвязь длин голеней и плюсны. Таким образом, именно голень и плюсна определяют высоту постава птицы и ее возможности передвижения на ногах. Этим фактом объясняем стабильно более высокую (у РБ превышение более чем в 2 раза) корреляцию длины голени и плюсны над взаимосвязью этих элементов ноги с длиной бедра.

Такие промеры, как «обхват груди», «глубина груди», «длина киля», «ширина таза» и «обхват плюсны», относятся к тем частям тела, которые составляют корпус птицы. Они играют ключевую роль при определении степени схожести и отличий между породами кур. По длине киля, обхвату и глубине груди можно косвенно судить о степени развития внутренних органов грудной клетки (краниальной части тела). Ширина таза у кур может служить показателем развития каудальной части тела, в которой располагаются средний и задний отделы органов пищеварения, почки, а также такие репродуктивные органы, как яйцевод и влагалище.

Таким образом, эти показатели свидетельствуют о степени пропорциональности развития птицы и связаны с органами жизнеобеспечения, размножения и являются показателями продуктивного потенциала птицы (яйценоскость — для яичных пород, развитие мускулатуры — для мясных пород).

Так, например, по данным ряда авторов [19], куры мясного направления продуктивности кросса Hubbard ISA F15 и петухи M99 со сниженными воспроизводительными и продуктивными качествами отличались меньшими значениями таких промеров тела, как ширина таза, длина и обхват туловища.

Высокую корреляцию обхвата груди с длиной киля у КК и Ш мы связываем с многовековой селекцией именно на создание внешнего вида — «шарика» — у КК и стремление современной селекции в шелковой породе к созданию округлых форм.

В целом данные промеры положительно коррелируют, однако степень выраженности связей неодинакова для пород различного направления продуктивности (табл. 3). Для крупных пород ЦС и П слабая положительная связь установлена для признаков «глубина груди — ширина таза» (0,164 и 0,171, соответственно, при  $p > 0,05$ ), при этом у кур ЦС длина киля имела менее выраженную положительную направленность с показателями обхвата груди и обхвата плюсны (0,138 и 0,018, соответственно, при  $p > 0,05$ ).

Большее число достоверных корреляционных связей было получено для кур РБ ( $r = 0,252-0,562$  при  $p < 0,05$ ), что косвенно свидетельствует о высоком потенциале яичной продуктивности кур данной породы.

Отличительной особенностью кур декоративных пород было меньшее число достоверных корреляций, при этом признаки «обхват груди», «обхват плюсны» имели слабую взаимосвязь (0,268 — у НЗ, 0,014 — у КК, 0,115 — у Ш), в отличие от продуктивных пород кур (0,428 — у ЦС, 0,426 — у П, 0,562 — у РБ при  $p > 0,05$ ).

Обхват плюсны характеризует толщину трубчатых костей и является индикатором крепости костяка. Однако в данном исследовании необходимо иметь в виду, что все исследуемые декоративные породы характеризуются наличием оперения на плюснах. Этот факт не позволяет точно измерить обхват плюсны и вносит искажения в уровни взаимосвязи с участием показателя «обхват плюсны».

Таким образом, куры в зависимости от направления продуктивности отличаются не только различными значениями линейных промеров тела, характеризующих корпус птицы, но и степенью выраженности их взаимосвязей.

Дополнительным критерием при оценке экстерьера птицы может служить показатель «угол груди» как показатель развития грудных мышц, жизнеспособности и общего тонуса птицы, что напрямую связано с репродуктивными функциями, в первую очередь с яйценоскостью [20]. Так, в данном исследовании куры комбинированного направления продуктивности ЦС и П отличались более высокими значениями данного показателя —  $78,7 \pm 0,4$  и  $78,4 \pm 0,5$  соответственно, что в

Таблица 3. Некоторые корреляционные связи для показателей статей корпуса птицы

Table 3. Some correlations for indicators of poultry body articles

| Сравниваемые показатели       | Порода |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | ЦС     | П      | РБ     | НЗ     | КК     | Ш      |
| Обхват груди — обхват плюсны  | 0,428* | 0,426* | 0,562* | 0,268  | 0,014  | 0,115  |
| Обхват груди — длина киля     | 0,138  | 0,290* | 0,362* | 0,372* | 0,737* | 0,648* |
| Обхват груди — ширина таза    | 0,291* | 0,231* | 0,559* | 0,433* | 0,286  | 0,610* |
| Обхват груди — длина корпуса  | 0,409* | 0,288* | 0,504* | 0,134  | 0,365* | 0,541* |
| Обхват плюсны — длина киля    | 0,018  | 0,271* | 0,444* | 0,457* | 0,093  | 0,297  |
| Обхват плюсны — ширина таза   | 0,220* | 0,248* | 0,408* | 0,388* | 0,368* | 0,023  |
| Глубина груди — ширина таза   | 0,164  | 0,171  | 0,252* | 0,384* | 0,453* | 0,303  |
| Глубина груди — длина корпуса | 0,335* | 0,432* | 0,358* | 0,248  | 0,298  | 0,310  |
| Глубина груди — обхват груди  | 0,266* | 0,312* | 0,487* | 0,283  | 0,519* | 0,539* |

Примечание: \*  $p < 0,05$  (коэффициент корреляции Пирсона): ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.

целом выше на 9,5–14,2% в сравнении с другими группами кур.

Анализ корреляционных связей выявил, что показатель «угол груди» имеет разнонаправленную связь с живой массой и некоторыми промерами тела у кур различного направления продуктивности (табл. 4). Так, для кур пушкинской породы показатель «угол груди» положительно коррелировал с живой массой и обхватом груди (0,266 и 0,245, соответственно, при  $p < 0,05$ ), тогда как для кур ЦС не было установлено достоверных связей. У кур РБ данный показатель имел разнонаправленную связь с глубиной груди и однонаправленную — с шириной таза ( $p < 0,05$ ).

Наибольшее количество положительных корреляционных связей было получено для кур КК. Для декоративных шелковых кур не было выявлено достоверных корреляционных связей между показателями «угол груди», «живая масса» и промерами тела.

Модели фенотипического распределения применяются для пространственного анализа вариативности признаков у особей одного вида и (или) породы [21, 22]. На основе данных промеров тела кур разных пород (11 показателей) были построены диаграмма рассеивания (рис. 3А) и дендрограмма (рис. 3Б).

График диаграммы рассеивания показывает дискриминацию кластеров, соответствующих различным профилям экстерьера птицы. Кластеры, включающие ЦС и П, сливались, образуя единый массив. Кластер РБ был обособлен, а кластеры, включающие декоративные породы, имели перекрывающиеся области (НП — Ш и Ш — КК). Дерево решений демонстрировало разделение пород на два кластера. Первый кластер объединяет в себе кластеры кур «легкого» класса «РБ — НЗ» и декоративных «Ш — КК», второй — включает в себя «тяжелые породы» «П — ЦС».

Полученные данные наглядно демонстрируют, что куры различного направления продуктивности имеют уникальные экстерьерные профили,

**Таблица 4. Корреляционная связь между показателем «угол груди», живой массой и некоторыми промерами тела**

**Table 4. Correlation between breast angle, live weight and some body measurements**

| Показатель    | Порода |        |         |         |        |        |
|---------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|               | ЦС     | П      | РБ      | НЗ      | КК     | Ш      |
| Живая масса   | 0,070  | 0,266* | 0,063   | 0,257   | 0,488* | 0,182  |
| Обхват груди  | -0,023 | 0,245* | 0,001   | 0,316*  | 0,444* | -0,055 |
| Длина корпуса | 0,003  | 0,031  | -0,154  | -0,316* | 0,139  | -0,040 |
| Длина плюсны  | -0,102 | -0,030 | -0,163  | -0,079  | 0,371* | -0,234 |
| Глубина груди | -0,072 | -0,028 | -0,242* | -0,106  | 0,158  | 0,116  |
| Ширина таза   | 0,000  | -0,080 | 0,241*  | 0,258   | 0,138  | 0,010  |

Примечание: \*  $p < 0,05$  (коэффициент корреляции Пирсона); ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.

смоделированные на основе данных промеров тела.

Можно обратить внимание на более высокую консолидацию кластера НЗ: несмотря на большее количество особей в этой группе, они оказались более единообразными.

### Выводы/Conclusions

Оценка фенотипической изменчивости на основе данных промеров тела и живой массы является важным инструментом в оценке породного разнообразия кур. Результаты данного исследования подчеркивают, что морфологические особенности кур, отражающие их экстерьер, тесно связаны с направлением продуктивности.

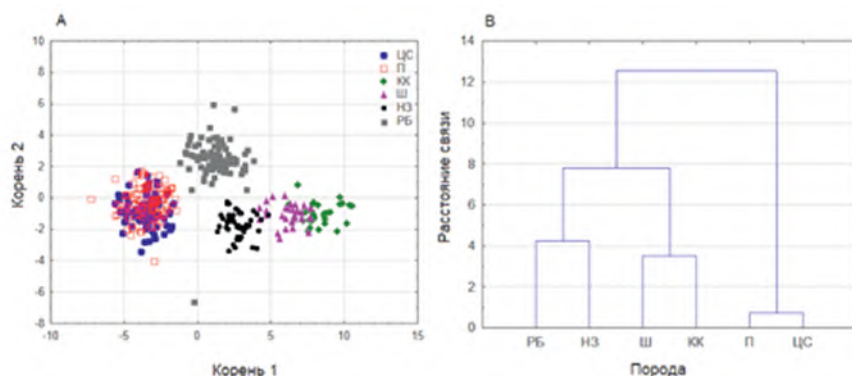
Куры комбинированного направления продуктивности (ЦС и П) при приближенных значениях промеров имели свои породные особенности. Так, пушкинские куры имели выше показатель яйценоскости и массы яйца (на 22,6 шт. и 2,7 г соответственно).

Анализ корреляционных взаимосвязей показал, что «обхват груди», «глубина груди», «длина кия», «ширина таза» и «обхват плюсны» были положи-

тельно взаимосвязаны у кур пушкинской породы, тогда как у кур ЦС «обхват груди», «длина кия» и «обхват плюсны», «длина кия» имели слабую положительную связь (0,018–0,164). Для показателя «угол груди» не выявлено достоверных связей с живой массой и промерами тела у кур ЦС, тогда как у кур пушкинской породы данный показатель положительно коррелировал с живой массой и обхватом груди (0,266 и 0,245,  $p < 0,05$ ).

Русская белоснежная порода отличалась гармоничным и легким телосложением. Ее особенностью было

**Рис. 3.** Результаты диаграммы рассеивания (1) и кластерного анализа (2) по распределению показателей экстерьера кур пород и популяций различных направлений продуктивности  
**Fig. 3.** Results of the scattering diagram (1) and cluster analysis (2) on the distribution of exterior indicators of chickens of breeds and populations of various areas of productivity  
Примечание: ЦС — царскосельская, П — пушкинская, РБ — русская белоснежная, НЗ — новопавловская золотистая, КК — карликовый кохинхин, Ш — шелковая.



самое высокое число корреляционных связей по оцениваемым линейным показателям экстерьера. Показатель «угол груди» отрицательно коррелировал с глубиной груди (-0,242) и положительно — с шириной таза (0,241).

Куры карликового кохинхина, отличающиеся округлыми формами тела, имели самые низкие значения индекса длинноности (49,2%) и высокие — индекса эйросомии (197,4%), а также достоверную ( $p < 0,05$ ) положительную связь показателей «обхват груди», «длина килля (0,737)», «глубина груди», «ширина таза» (0,453), «угол груди», «живая масса» (0,488), «угол груди», «обхват груди» (0,444), «угол груди», «длина плюсны» (0,371).

Среди кур декоративных пород отличительной особенностью кур НЗ были высокие значения обхвата плюсны ( $8,7 \pm 0,1$  см), что обусловлено наличием характерного «павловского» кругового оперения. Хотя данная порода декоративная, она

отличалась неплохой яйценоскостью (182,5 шт. за 52 недели жизни). Показатель «угол груди» был положительно взаимосвязан с обхватом груди (0,316) и отрицательно — с длиной корпуса (-0,316) ( $p < 0,05$ ).

Куры шелковой породы среди всех анализируемых пород имели высокий индекс длинноности (57,1%), а число корреляционных связей по анализируемым промерам тела было наименьшим.

Наблюдаемые различия в значениях линейных промеров тела и степени выраженности взаимосвязей между ними свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к оценке экстерьера птицы, учитывающего специфику породы и ее целевое назначение.

Полученные данные играют важную роль в селекции пород и популяций кур и могут быть использованы в племенной работе.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 124020200114-7.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lawal R.A., Hanotte O. Domestic chicken diversity: Origin, distribution, and adaptation. *Animal Genetics*. 2021; 52(4): 385–394. <https://doi.org/10.1111/age.13091>
2. Núñez-León D. *et al.* Shifts in growth, but not differentiation, foreshadow the formation of exaggerated forms under chicken domestication. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 2021; 288(1953): 20210392. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0392>
3. Ebegbulem V.N., Ita U.R. Conservation of Genetic Diversity: It's Relevance in Poultry Production. *Animal Molecular Breeding*. 2016; 6(3): 1–5. <https://doi.org/10.1098/10.5376/amb.2016.06.0003>
4. Botchway P.K. *et al.* Genotypic and phenotypic characterisation of three local chicken ecotypes of Ghana based on principal component analysis and body measurements. *PLoS ONE*. 2024; 19(8): e0308420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308420>
5. Adomako K., Sovi S., Kyei B., Hamidu J.A., Olympio O.S., Aggrey S.E. Phenotypic characterization and analysis of genetic diversity between commercial crossbred and indigenous chickens from three different agro-ecological zones using DaRT-Seq technology. *PLoS ONE*. 2024; 19(5): e0297643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297643>
6. Morris K.M. *et al.* Phenotypic and genomic characterisation of performance of tropically adapted chickens raised in smallholder farm conditions in Ethiopia. *Frontiers in Genetics*. 2024; 15: 1383609. <https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1383609>
7. Севастьянова А.А., Александров А.В. Приемы генетического маркирования признаков экстерьеров отечественных пород кур. *Птицеводство*. 2022; (12): 16–21. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-12-16-21>

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

#### FUNDING

The research was conducted within the framework of the scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on topic No. 124020200114-7.

#### REFERENCES

1. Lawal R.A., Hanotte O. Domestic chicken diversity: Origin, distribution, and adaptation. *Animal Genetics*. 2021; 52(4): 385–394. <https://doi.org/10.1111/age.13091>
2. Núñez-León D. *et al.* Shifts in growth, but not differentiation, foreshadow the formation of exaggerated forms under chicken domestication. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 2021; 288(1953): 20210392. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0392>
3. Ebegbulem V.N., Ita U.R. Conservation of Genetic Diversity: It's Relevance in Poultry Production. *Animal Molecular Breeding*. 2016; 6(3): 1–5. <https://doi.org/10.1098/10.5376/amb.2016.06.0003>
4. Botchway P.K. *et al.* Genotypic and phenotypic characterisation of three local chicken ecotypes of Ghana based on principal component analysis and body measurements. *PLoS ONE*. 2024; 19(8): e0308420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308420>
5. Adomako K., Sovi S., Kyei B., Hamidu J.A., Olympio O.S., Aggrey S.E. Phenotypic characterization and analysis of genetic diversity between commercial crossbred and indigenous chickens from three different agro-ecological zones using DaRT-Seq technology. *PLoS ONE*. 2024; 19(5): e0297643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297643>
6. Morris K.M. *et al.* Phenotypic and genomic characterisation of performance of tropically adapted chickens raised in smallholder farm conditions in Ethiopia. *Frontiers in Genetics*. 2024; 15: 1383609. <https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1383609>
7. Sevastyanova A.A., Alexandrov A.V. On the use of marker genes for consolidation of characteristic exterior traits in purebred Russian local chicken breeds. *Ptitssevodstvo*. 2022; (12): 16–21 (in Russian). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-12-16-21>

8. Вахрамеев А.Б., Макарова А.В. Экстерьерная оценка кур. Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2021; 1 CD-ROM. ISBN 978-5-902483-64-9  
<https://www.elibrary.ru/rfbyiq>
9. Егорова А.В. Экстерьерные признаки мясных кур. Птицеводство. 2018; (7): 9–11.  
<https://www.elibrary.ru/ynjukl>
10. Lacková Z. *et al.* Deviations of exterior characters from breeding standards of chicken — part II: miniature and ornamental breeds. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*. 2023; 7(1): 8–13.  
<https://doi.org/10.15406/ijawb.2023.07.00184>
11. Halás Š. *et al.* Deviations of exterior characters from breeding standards of chicken — part I: medium-weight breeds. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*. 2023; 7(1): 1–6.  
<https://doi.org/10.15406/ijawb.2023.07.00183>
12. Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю. Динамика показателей линейного роста и индексов телосложения товарного молодняка птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте. *Аграрная наука*. 2023; (10): 68–72.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-68-72>
13. Ветох А.Н., Герман Н.Ю. Результаты инкубации куриных яиц и интенсивность роста помесных цыплят. *Аграрная наука*. 2022; (1): 53–57.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-53-57>
14. Бондаренко Ю.В., Калашник А.Н., Попсуй В.В. Генетические особенности формы гребня домашних кур рода *Gallus*. *Зоотехническая наука Беларуси*. 2020; 55(1): 41–59.  
<https://www.elibrary.ru/phryze>
15. Begna D., Bacha T., Boki S., Bekana K. Characterization of indigenous chicken phenotypes in Liban Jawi District, Ethiopia: A qualitative and quantitative analysis. *PLoS ONE*. 2025; 20(1): e0307793.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307793>
16. Pulcini D., Meo Zilio D., Cenci F., Castellini C., Guarino Amato M. Differences in Tibia Shape in Organically Reared Chicken Lines Measured by Means of Geometric Morphometrics. *Animals*. 2021; 11(1): 101.  
<https://doi.org/10.3390/ani11010101>
17. Weimer S.L., Mauromoustakos A., Karcher D.M., Erasmus M.A. Differences in performance, body conformation, and welfare of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. *Poultry Science*. 2020; 99(9): 4398–4407.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.009>
18. Guo J. *et al.* Genome-wide association study provides insights into the genetic architecture of bone size and mass in chickens. *Genome*. 2020; 63(3): 133–143.  
<https://doi.org/10.1139/gen-2019-0022>
19. Тихонова Н.В., Кудряшов Л.С., Ваганов Е.Г., Мифтахутдинов А.В., Першина Е.И. Стрессоустойчивость, продуктивность и биологическая ценность мяса кур. *Мясная индустрия*. 2014; (12): 44–46.  
<https://www.elibrary.ru/teveqz>
20. Vakhrameev A.B. *et al.* Pectoral angle: a glance at a traditional phenotypic trait in chickens from a new perspective. *The Journal of Agricultural Science*. 2023; 161(4): 606–615.  
<https://doi.org/10.1017/S002185962300045X>
21. Mushi J.R. *et al.* Phenotypic variability and population structure analysis of Tanzanian free-range local chickens. *BMC Veterinary Research*. 2020; 16: 360.  
<https://doi.org/10.1186/s12917-020-02541-x>
22. Kebede F.G., Komen H., Dessie T., Alemu S.W., Hanotte O., Bastiaansen J.W.M. Species and Phenotypic Distribution Models Reveal Population Differentiation in Ethiopian Indigenous Chickens. *Frontiers in Genetics*. 2021; 12: 723360.  
<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.723360>
8. Vakhrameev A.B., Makarova A.V. Exterior evaluation of chickens. Dubrovitsy: L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry. 2021; 1 CD-ROM (in Russian). ISBN 978-5-902483-64-9  
<https://www.elibrary.ru/rfbyiq>
9. Egorova A.V. The exterior traits in broiler breeders. *Pitisevodstvo*. 2018; (7): 9–11 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/ynjukl>
10. Lacková Z. *et al.* Deviations of exterior characters from breeding standards of chicken — part II: miniature and ornamental breeds. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*. 2023; 7(1): 8–13.  
<https://doi.org/10.15406/ijawb.2023.07.00184>
11. Halás Š. *et al.* Deviations of exterior characters from breeding standards of chicken — part I: medium-weight breeds. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*. 2023; 7(1): 1–6.  
<https://doi.org/10.15406/ijawb.2023.07.00183>
12. Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu. Dynamics of indicators of linear growth and physique indices of marketable young beef poultry depending on live weight at day old. *Agrarian science*. 2023; (10): 68–72 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-68-72>
13. Vetokh A.N., German N.Yu. Chicken egg incubation results and growth rate of crossbreed chickens. *Agrarian science*. 2022; (1): 53–57 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-53-57>
14. Bondarenko Yu.V., Kalashnik A.N., Popsui V.V. Genetic peculiarities of comb shape of *Gallus* poultry. *Zootechnical Science of Belarus*. 2020; 55(1): 41–59 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/phryze>
15. Begna D., Bacha T., Boki S., Bekana K. Characterization of indigenous chicken phenotypes in Liban Jawi District, Ethiopia: A qualitative and quantitative analysis. *PLoS ONE*. 2025; 20(1): e0307793.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307793>
16. Pulcini D., Meo Zilio D., Cenci F., Castellini C., Guarino Amato M. Differences in Tibia Shape in Organically Reared Chicken Lines Measured by Means of Geometric Morphometrics. *Animals*. 2021; 11(1): 101.  
<https://doi.org/10.3390/ani11010101>
17. Weimer S.L., Mauromoustakos A., Karcher D.M., Erasmus M.A. Differences in performance, body conformation, and welfare of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. *Poultry Science*. 2020; 99(9): 4398–4407.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.009>
18. Guo J. *et al.* Genome-wide association study provides insights into the genetic architecture of bone size and mass in chickens. *Genome*. 2020; 63(3): 133–143.  
<https://doi.org/10.1139/gen-2019-0022>
19. Tikhonova N.V., Kudryashov L.S., Vaganov E.G., Miftakhutdinov A.V., Pershina E.I. Stress resistance, productivity and biological value of chickens. *Meat Industry*. 2014; (12): 44–46 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/teveqz>
20. Vakhrameev A.B. *et al.* Pectoral angle: a glance at a traditional phenotypic trait in chickens from a new perspective. *The Journal of Agricultural Science*. 2023; 161(4): 606–615.  
<https://doi.org/10.1017/S002185962300045X>
21. Mushi J.R. *et al.* Phenotypic variability and population structure analysis of Tanzanian free-range local chickens. *BMC Veterinary Research*. 2020; 16: 360.  
<https://doi.org/10.1186/s12917-020-02541-x>
22. Kebede F.G., Komen H., Dessie T., Alemu S.W., Hanotte O., Bastiaansen J.W.M. Species and Phenotypic Distribution Models Reveal Population Differentiation in Ethiopian Indigenous Chickens. *Frontiers in Genetics*. 2021; 12: 723360.  
<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.723360>

## ОБ АВТОРАХ

### Анатолий Борисович Вахрамеев

главный селекционер группы сохранения генофондных пород кур  
ab\_poultry@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5166-979X>

### Марина Владимировна Позовникова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики  
pozovnikova@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

### Анна Евгеньевна Рябова

аспирант лаборатории молекулярной генетики  
aniuta.riabova2016@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2362-2892>

### Зоя Леонидовна Федорова

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий специалист группы сохранения генофондных пород кур  
zoza-fspb@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7927-2401>

### Наталья Викторовна Дементьева

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики  
dementevan@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0210-9344>

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Московское шоссе, 55А, пос. Тярлево, Санкт-Петербург, 196625, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Anatoly Borisovich Vakhrameev

Chief Breeder of the Chicken Gene Pool Conservation Group  
ab\_poultry@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5166-979X>

### Marina Vladimirovna Pozovnikova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Genetics  
pozovnikova@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

### Anna Evgenievna Ryabova

Postgraduate Student in the Laboratory of Molecular Genetics  
aniuta.riabova2016@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2362-2892>

### Zoya Leonidovna Fedorova

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Specialist of the Chicken Gene Pool Conservation Group  
zoza-fspb@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7927-2401>

### Natalia Viktorovna Dementieva

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Molecular Genetics  
dementevan@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0210-9344>

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,

55A Moskovskoe Shosse, village Tyarlevo, St. Petersburg, 196625, Russia



3-я Международная  
агропромышленная  
выставка



НОВЫЕ  
ВЕРШИНЫ  
АГРОБИЗНЕСА

14–16  
августа 2025

Минеральные Воды  
МВЦ «МинводыЭКСПО»

ПОЛУЧИТЕ  
БЕСПЛАТНЫЙ БИЛЕТ  
[minvodyagro.ru](http://minvodyagro.ru)

РЕКЛАМА

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



Министерство  
сельского хозяйства  
Ставропольского края

ОРГАНИЗАТОР



Международная  
Выставочная  
Компания

+7 (861) 200-12-37  
+7 (861) 200-12-87  
[minvodyagro@mvk.ru](mailto:minvodyagro@mvk.ru)

12+

УДК: 636.598:636.082.265

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-101-106

**Ж.В. Емануйлова<sup>1</sup>****А.В. Егорова<sup>2</sup>** ✉

<sup>1</sup>Селекционно-генетический центр «Смена» — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), Сергиев Посад, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), Сергиев Посад, Россия

✉ [egorova@vnitip.ru](mailto:egorova@vnitip.ru)

Поступила в редакцию: 11.03.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Емануйлова Ж.В., Егорова А.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-101-106

**Zhanna V. Emanuelova<sup>1</sup>****Anna V. Egorova<sup>2</sup>** ✉

<sup>1</sup>Center for Genetics & Selection “Smena” is a branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Poultry Institute”, Sergiev Posad, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Poultry Institute”, Sergiev Posad, Russia

✉ [lena.lakota@yandex.ru](mailto:lena.lakota@yandex.ru)

Received by the editorial office: 11.03.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Emanuelova Zh.V., Egorova A.V.

## Эффективность селекции материнских линий пород корниш и плимутрок в СГЦ «Смена»

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Повышение племенных и продуктивных качеств птицы возможно путем совершенствования существующих, выведения новых линий и создания кроссов птицы с высоким генетическим потенциалом, реализации этого потенциала в регионах с различными климатическими и хозяйственными условиями.

**Методы.** Научное исследование было проведено по оценке экономически значимых признаков материнских линий пород корниш и плимутрок в процессе целенаправленной селекции в производственных условиях селекционно-генетического центра «Смена».

**Результаты.** Целенаправленная селекционная работа с исходными линиями по живой массе молодняка в раннем возрасте позволила увеличить этот показатель в 35-дневном возрасте по линиям пород корниш и плимутрок у петушков на 16,7% и 23,2%, курочек — на 15,2% и 21,5%. За 5 поколений отбора птицы материнских линий как породы корниш, так и породы плимутрок улучшена обмускуленность груди на 5,1–3,2%, обмускуленность ног — на 2,5–5,8% соответственно породам. У мясных кур материнских линий пород корниш и плимутрок в процессе селекционной работы с ними отмечено увеличение яйценоскости как за 30, так и за 52 недели жизни на 2,5–8,9%, выхода инкубационных яиц — на 1,2–2,1%. В 30-недельном возрасте выводимость яиц от кур материнских линий пород корниш и плимутрок находилась в пределах 83,8–85,6% (корниш и плимутрок соответственно). Результаты исследований показали, что продуктивность материнских линий пород корниш и плимутрок кросса «Смена 9» высокая.

**Ключевые слова:** живая масса, обмускуленность груди и ног, сохранность, яйценоскость, выводимость яиц, выход инкубационных яиц, масса яиц

**Для цитирования:** Емануйлова Ж.В., Егорова А.В. Эффективность селекции материнских линий пород корниш и плимутрок в СГЦ «Смена». *Аграрная наука*. 2025; 396 (07): 101–106. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-101-106>

## Efficiency of selection of maternal lines of Cornish and Plymouth Rock breeds in the Smena breeding center

### ABSTRACT

**Relevance.** Improving the breeding and productive qualities of poultry is possible by improving existing lines, developing new lines and creating crosses of poultry with high genetic potential, realizing this potential in regions with different climatic and economic conditions.

**Methods.** A scientific study was conducted to assess the economically significant traits of the maternal lines of the Cornish and Plymouth Rock breeds in the process of targeted selection in the production conditions of the “Smena” breeding and genetic center.

**Results.** Targeted selection work with the initial lines for live weight of young animals at an early age allowed to increase this indicator at the age of 35 days in the Cornish and Plymouth Rock breeds in cockerels by 16.7% and 23.2%, hens — 15.2% and 21.5%. Over 5 generations of selection of poultry of maternal lines of both the Cornish and Plymouth Rock breeds, the muscling of the breast was improved by 5.1–3.2%, the muscling of the legs — by 2.5–5.8%, respectively, for the breeds. In the process of selection work with meat hens of the maternal lines of the Cornish and Plymouth Rock breeds, an increase in egg production was noted both for 30 and 52 weeks of life by 2.5–8.9%, the yield of hatching eggs — by 1.2–2.1%. At the age of 30 weeks, the hatchability of eggs from hens of the maternal lines of the Cornish and Plymouth Rock breeds was within the range of 83.8% (Cornish) — 85.6% (Plymouth Rock). The results of the studies showed that the productivity of the maternal lines of the Cornish and Plymouth Rock breeds of the “Smena 9” cross is high.

**Key words:** live weight, chest and leg muscling, survivability, egg production, hatchability of eggs, hatching egg yield, egg weight

**For citation:** Emanuelova Zh.V., Egorova A.V. Efficiency of selection of maternal lines of Cornish and Plymouth Rock breeds in the “Smena” breeding center. *Agrarian science*. 2025; 396 (07): 101–106 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-101-106>

## Введение/Introduction

В последние годы в нашей стране в развитии бройлерного производства достигнуты определенные успехи, это обусловлено внедрением птицы высокопродуктивных кроссов [1, 2].

Дальнейшее улучшение племенных и продуктивных качеств птицы возможно путем совершенствования методов и приемов племенной работы, создания новых линий, кроссов при единовременном уточнении норм и режимов кормления, технологии содержания [3–6].

Необходимость роста продуктивности птицы и эффективности использования ею корма при высокой жизнеспособности остается актуальной производственной проблемой.

Отбор на повышение живой массы следует проводить только в тех условиях, которые обеспечивают высокий уровень реализации генетического потенциала данного признака.

При проведении первичной бонитировки селекционного молодняка кур породы корниш осуществляется строгий фенотипический отбор по ключевым селекционным признакам, таким как живая масса и степень развития мускулатуры грудной области (обмускуленность груди). Для последующего воспроизводства стада отбираются исключительно петушки, обладающие высокой живой массой, соответствующей стандартам линии, породы, и выраженной обмускуленностью кия грудной кости, что соответствует максимальной оценке в 5 баллов по принятой шкале.

Аналогичный подход применяется при оценке молодняка линий материнской родительской формы породы плимутрок. В данном случае проводится тщательный анализ степени развития грудной мускулатуры с обязательной выбраковкой особей, демонстрирующих недостаточную обмускуленность, что свидетельствует о низком уровне мясной продуктивности. Такой селекционный отбор направлен на повышение хозяйственно полезных признаков, включая мясные качества и конституционные особенности, что способствует формированию высокопродуктивного родительского стада.

Использование данных методов селекции позволяет оптимизировать генетический потенциал поголовья и обеспечить устойчивое развитие племенной базы в условиях интенсивного птицеводства [1, 2].

Отбор и подбор родительских пар по хозяйственно полезным признакам остаются основными методами селекции, несмотря на внедрение геномных исследований [7, 8].

Показатели продуктивности родительских форм и бройлеров находятся в прямой зависимости от уровня продуктивности исходных линий, селекция которых осуществляется на основе строгих критериев отбора, направленных на улучшение ключевых хозяйственно полезных признаков [9, 10].

Эффективность оценки и отбора в линейных, прародительских и родительских стадах определяется комплексом биологических и экономических параметров. К ним относятся выход инкубационных яиц, количество кондиционных цыплят, полученных на этапе инкубации, темпы постнатального роста молодняка, а также показатели конверсии корма. На заключительном этапе оценки значительное внимание уделяется качественным характеристикам тушек, включая их морфологический состав, степень развития грудной мускулатуры и соответствие стандартам мясной продуктивности [11–14]. Такой комплексный подход к селекции позволяет оптимизировать генетический потенциал птицы, обеспечивая высокие производственные показатели на всех этапах выращивания бройлеров.

*Цель исследований* — оценить эффективность отбора материнских линий племенных мясных кур пород корниш и плимутрок по хозяйственно важным признакам.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в СГЦ «Смена» (г. Сергиев Посад, Московская обл., Россия) в 2019–2024 гг. на основе птицы материнских линий пород корниш и плимутрок селекции СГЦ «Смена». Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Основной метод селекции исходных линий нового кросса — комбинированный, включающий семейную селекцию по основным селекционируемым признакам в сочетании с индивидуальной по другим.

Селекционную группу птицы материнской линии породы корниш комплектовали от производителей-улучшателей и нейтральных особей с учетом живой массы молодняка, яйценоскости, выводимости яиц, выходу инкубационных яиц, их массе. В материнской линии породы плимутрок особей отбирали по яйценоскости, выходу инкубационных яиц, их массе, выводимости, живой массе молодняка. По каждой линии были приняты на выращивание 5740 и 5970 голов суточных цыплят соответственно.

Продуктивность в селекционных гнездах учитывали индивидуально. Учитываемые показатели (яйценоскость, масса яиц) определяли путем их индивидуального взвешивания (не менее трех яиц от курицы) на лабораторных весах «Масса-К ВК-600» (Россия), погрешность  $\pm 0,01$  г.

Таблица 1. Схема исследований

Table 1. Research scheme

| Линия       | Порода    | Количество селекционных гнезд | Количество птицы |      | Получено цыплят, гол. |
|-------------|-----------|-------------------------------|------------------|------|-----------------------|
|             |           |                               | петухи           | куры |                       |
| Материнская | корниш    | 15                            | 15               | 195  | 5740                  |
| Материнская | плимутрок | 15                            | 15               | 195  | 5970                  |

Выводимость, выход инкубационных яиц определяли с учетом дефектов, обнаруживаемых при внешнем осмотре и просвечивании в соответствии с методическими наставлениями по биологическому контролю при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы<sup>1</sup>, сохранность птицы определяли с учетом ее отхода (травмы, выпадение яйцевода), обмускуленность груди определяли путем пальпации, охватывая ладонью руки килевую кость по трехбалльной шкале (отличная — 5 баллов, хорошая — 4 балла, плохая — 3 балла) в соответствии с рекомендациями по селекционно-племенной работе в птицеводстве<sup>2</sup>. Живую массу определяли путем индивидуального взвешивания всего поголовья на электронных весах марки Broring BIT PS 3.0 (Германия), погрешность  $\pm 1$  г. Во время сбора яиц от материнских линий мясных кур пород корниш и плимутрок их располагали в бугорчатые картонные прокладки воздушной камерой вверх. Срок сбора и хранения яиц составил 14–18 дней. Яйца, пронумерованные на остром конце по номеру гнезд (отца), номеру матери, укладывались в инкубационные лотки с учетом принадлежности к линии.

Для инкубации яиц использовали оборудование компании Emtech (Великобритания).

Условия кормления<sup>3</sup> и содержания мясных кур соответствовали нормам<sup>3, 4</sup>. Плотность посадки петушков в возрасте 1–35 дней составляла 8–9 гол/м<sup>2</sup>, курочек — 10–11 гол/м<sup>2</sup>, 36–120 дней — 4–4,5 гол/м<sup>2</sup> (петушки), 5–5,5 гол/м<sup>2</sup> (курочки), взрослые петухи и куры — 4,5–5,0 гол/м<sup>2</sup>. В первую неделю и до 35-недельного возраста фронт кормления молодняка составлял 5 см/гол, с 15–20 недель — 15 см/гол, 20 недель и старше — 20 см/гол (петушки) и 15 см/гол (курочки). Фронт поения у петушков и курочек до 20 недель — 8–10 гол/нип, 20 недель и старше — 6–8 гол/нип.

Животных содержали с соблюдением положений Федерального закона Российской Федерации<sup>5</sup>. Содержание птицы напольное. В качестве подстилки использовали опилки от деревьев хвойных пород.

Для статистического анализа использовали программное обеспечение Microsoft Excel (США). Вычисляли средние арифметические ( $\bar{X}$ ) и ошибку средней арифметической ( $\pm Sx$ ).

Таблица 2. Хозяйственно полезные качества молодняка материнских линий пород корниш и плимутрок по годам  
Table 2. Economically useful qualities of young animals of maternal lines of Cornish and Plymouth Rock breeds by years

| Показатель                                                     | Материнские линии |                                  |                   |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                                                                | корниш            |                                  | плимутрок         |                                  |
|                                                                | 2019 г.           | 2024 г.                          | 2019 г.           | 2024 г.                          |
| Живая масса молодняка в 7-дневном возрасте, г                  | 195,2 $\pm$ 0,6   | 243,1 <sup>xxx</sup> $\pm$ 0,5   | 164,5 $\pm$ 0,6   | 210,4 <sup>xxx</sup> $\pm$ 0,7   |
| Живая масса молодняка в 35-дневном возрасте, кг                |                   |                                  |                   |                                  |
| петушки                                                        | 2,390 $\pm$ 0,006 | 2,790 <sup>xxx</sup> $\pm$ 0,004 | 1,900 $\pm$ 0,004 | 2,340 <sup>xxx</sup> $\pm$ 0,005 |
| курочки                                                        | 2,040 $\pm$ 0,005 | 2,350 $\pm$ 0,006                | 1,630 $\pm$ 0,006 | 1,980 $\pm$ 0,007                |
| Обмускуленность груди в 35-дневном возрасте, балл <sup>1</sup> |                   |                                  |                   |                                  |
| петушки                                                        | 4,40              | 4,64                             | 4,05              | 4,18                             |
| курочки                                                        | 4,20              | 4,39                             | 4,00              | 4,13                             |
| Обмускуленность ног в 35-дневном возрасте, балл                |                   |                                  |                   |                                  |
| тушки                                                          | 2,05              | 2,11                             | 1,90              | 2,03                             |
| курочки                                                        | 2,00              | 2,04                             | 1,90              | 1,99                             |
| Сохранность молодняка до 35-дневного возраста, %               | 95,40             | 98,00                            | 96,07             | 98,70                            |

Примечание: уровни достоверности различий между 2024 г. и 2019 г.: <sup>xxx</sup> —  $p < 0,001$ ; <sup>xx</sup> —  $p < 0,01$ ; <sup>\*</sup> —  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Хозяйственно полезные качества молодняка материнских линий пород корниш и плимутрок по годам приведены в таблице 2.

Целенаправленная селекционная работа с исходными линиями по живой массе молодняка в раннем возрасте позволила увеличить этот показатель в 7 и 35 дней.

В 2024 году 7-дневный молодняк имел выше живую массу на 24,6% и 28,1%, чем в 2019 году, соответственно материнским линиям пород корниш и плимутрок.

Этот показатель в 35-дневном возрасте по линиям пород корниш и плимутрок в 2024 году был повышен у петушков на 16,7% и 23,2%, у курочек на 15,2 и 21,5% по сравнению с 2019 годом.

За 5 поколений отбора птицы материнских линий (как породы корниш, так и породы плимутрок) улучшены обмускуленность груди — на 5,1–3,2%, обмускуленность ног — на 2,5–5,8% соответственно породам.

Сохранность молодняка пород корниш и плимутрок находилась в пределах 95,4–98,0%.

В 30-дневном возрасте живая масса кур материнской линии породы корниш была выше, чем материнской линии породы плимутрок, на 4,2% (2019 г.) и на 4,6% (2024 г.).

<sup>1</sup> Дядичкина Л.Ф., Позднякова Н.С., Мелехина Т.А. и др. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / Методические наставления. Сергиев Посад. 2014; 171.

<sup>2</sup> Ройтер Я.С., Егорова А.В., Коноплева А.П. Селекционно-племенная работа в птицеводстве. Сергиев Посад. 2016; 288.

<sup>3</sup> Егоров И.А., Манукян В.А., Околелова Т.М. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад. 2018; 228.

<sup>4</sup> Ефимов Д.Н., Егорова А.В. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутосексной материнской родительской формой. Сергиев Посад. 2021; 96.

<sup>5</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Увеличение живой массы у 30-недельных кур породы корниш в 2024 году по сравнению с этим же показателем 2019 года составило 2,2%, 52-недельных — на 2,4%, яйценоскости кур за 30 недель жизни — на 3,5%, за 52 недели жизни — на 3,1%, массы яиц в 30 недель — на 0,97%, массы яиц в 52 недели — на 1,16%, выводимости яиц в 30 недель — на 1,3%, в 52 недели — на 1,67%.

В процессе селекции у кур материнской линии породы плимутрок эти показатели были увеличены по сравнению с 2019 годом на 1,06–8,80%.

Сохранность кур материнских линий пород корниш и плимутрок находилась в пределах 94,7–95,9% (табл. 3).

При целенаправленной селекции мясных кур на увеличение выхода цыплят обращено внимание на показатель количества инкубационных яиц, получаемых от одной несушки.

Было отмечено двухжелтковых яиц меньше на 0,31–0,48%, неправильной формы — на 0,32–0,35%, бой + насечка — на 0,21–0,39%, массы яйца менее 52 г — на 0,32–0,64% в связи с отбором кур-матерей по выходу инкубационных яиц.

В 2024 году установлено снижение загрязненного яйца на 0,01–0,30% по сравнению с 2019 годом.

От мясных кур материнских линий пород корниш и плимутрок в 2024 году выход инкубационных яиц был выше на 1,2% и 1,8% (30 недель), на

1,6% и 2,1% (52 недели) по сравнению с этим показателем в 2019 году соответственно материнским линиям пород корниш и плимутрок (табл. 4).

Для материнских линий породы корниш характерна относительно умеренная яйценоскость, что связано с их ориентацией на мясную продуктивность и высокую живую массу. Однако благодаря целенаправленной селекции удается достичь стабильного выхода инкубационных [1, 2] яиц, пригодных для получения бройлерного молодняка.

У кур материнских линий породы плимутрок яйценоскость, как правило, выше, чем у корнишей, что делает их важным компонентом в системе скрещивания для получения родительских форм бройлеров. Высокий выход инкубационных яиц у плимутроков обеспечивается за счет их сбалансированных репродуктивных качеств и адаптивности к промышленным условиям содержания.

У кур-дочерей, полученных от матерей, несущих яйца неправильной формы, регистрируются наиболее часто яйца неправильной формы. От матерей, несущих яйца «круглые», «длинные», при отводе потомства дочери имели аналогичные аномалии, что свидетельствуют о наследовании признаков. Снесение таких яиц на протяжении периода яйцекладки характерно преимущественно для одних и тех же кур.

**Таблица 3. Показатели продуктивности птицы материнских линий пород корниш и плимутрок по основным признакам**

*Table 3. Productivity indicators of poultry of maternal lines of Cornish and Plymouth Rock breeds according to the main characteristics*

| Год<br>испытания                            | Материнская линия        |                           |                            |                           |
|---------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                                             | корниш                   |                           | плимутрок                  |                           |
|                                             | 30 нед.                  | 52 нед.                   | 30 нед.                    | 52 нед.                   |
| <b>Живая масса кур, г</b>                   |                          |                           |                            |                           |
| 2019                                        | 3690,3±29,6              | 4100,2±40,5               | 3540,6±28,4                | 3970,5±39,7               |
| 2024                                        | 3770,5±30,7              | 4200,1±39,8               | 3605,4±25,0                | 4045,3±40,8               |
| <b>Яйценоскость на среднюю несушку, шт.</b> |                          |                           |                            |                           |
| 2019                                        | 22,7±0,3                 | 116,3±0,7                 | 28,2±0,3                   | 134,8±0,7                 |
| 2024                                        | 23,5±0,4                 | 119,9 <sup>xxx</sup> ±0,7 | 30,7 <sup>xxx</sup> ±0,3   | 138,1 <sup>xx</sup> ±0,8  |
| <b>Масса яйца кур, г</b>                    |                          |                           |                            |                           |
| 2019                                        | 57,81±0,18               | 68,31±0,24                | 56,70±0,10                 | 66,50±0,23                |
| 2024                                        | 58,36 <sup>x</sup> ±0,17 | 69,10 <sup>x</sup> ±0,25  | 57,30 <sup>xxx</sup> ±0,14 | 67,40 <sup>xx</sup> ±0,22 |
| <b>Выводимость яиц, %</b>                   |                          |                           |                            |                           |
| 2019                                        | 82,5                     | 82,1                      | 83,8                       | 82,9                      |
| 2024                                        | 83,8                     | 83,7                      | 86,0                       | 84,9                      |
| <b>Сохранность кур, %</b>                   |                          |                           |                            |                           |
| 2019                                        | 95,0                     | 94,7                      | 95,5                       | 95,1                      |
| 2024                                        | 95,7                     | 95,2                      | 95,9                       | 95,3                      |

Примечание: уровни достоверности различий между 2024 г. и 2019 г.: xxx —  $p < 0,001$ ; xx —  $p < 0,01$ ; x —  $p < 0,05$ .

**Таблица 4. Характеристика яиц мясных кур материнских линий породы корниш и плимутрок, %**

*Table 4. Characteristics of eggs from meat hens of the maternal lines of the Cornish and Plymouth Rock breeds, %*

| Год<br>испытания               | Материнская линия |         |           |         |
|--------------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|
|                                | корниш            |         | плимутрок |         |
|                                | 30 нед.           | 52 нед. | 30 нед.   | 52 нед. |
| <b>Выход инкубационных яиц</b> |                   |         |           |         |
| 2019                           | 91,1              | 93,8    | 91,2      | 94,0    |
| 2024                           | 92,3              | 95,4    | 93,0      | 96,1    |
| <b>Загрязненные яйца</b>       |                   |         |           |         |
| 2019                           | 2,50              | 2,00    | 2,40      | 1,85    |
| 2024                           | 2,49              | 1,91    | 2,23      | 1,55    |
| <b>Неправильной формы</b>      |                   |         |           |         |
| 2019                           | 1,50              | 1,10    | 1,40      | 1,05    |
| 2024                           | 1,15              | 0,75    | 1,05      | 0,73    |
| <b>Бой + насечка</b>           |                   |         |           |         |
| 2019                           | 1,70              | 1,60    | 1,70      | 1,55    |
| 2024                           | 1,49              | 1,27    | 1,46      | 1,16    |
| <b>Двухжелтковые</b>           |                   |         |           |         |
| 2019                           | 1,50              | 0,70    | 1,40      | 0,75    |
| 2024                           | 1,19              | 0,28    | 1,00      | 0,27    |
| <b>Масса яйца &lt; 52 г</b>    |                   |         |           |         |
| 2019                           | 1,70              | 0,80    | 1,90      | 0,80    |
| 2024                           | 1,38              | 0,39    | 1,26      | 0,19    |

## Выводы/Conclusions

Установлено, что 35-дневный молодняк в 2024 году в сравнении с 2019 годом имел выше живую массу у петушков пород корниш и плимутрок на 16,7% и 23,2%, у курочек — на 15,2% и 21,5% соответственно породам. В процессе селекции мясных кур материнских линий пород корниш и плимутрок (2019–2024 гг.) произошел рост яйценоскости за 30-й и 52-й недели жизни на 3,5–3,1% (корниш) и на 8,9–2,5% (плимутрок).

Снижение яиц с такими дефектами, как двухжелтковые, неправильной формы, бой + насечка,

массы яиц менее 52 г, на 0,21–0,64% связано с отбором кур-матерей по выходу инкубационных яиц. Этот признак был повышен на 1,2–2,1%.

Выводимость яиц, полученных от кур материнской линии породы корниш в 30-недельном возрасте, составила 83,8%, породы плимутрок — 86,0% (2024 г.).

Результаты исследований показали, что яйценоскость на среднюю несушку за 52 недели жизни материнской линии породы корниш кросса «Смена 9» составила 119,9 яйца, плимутрок — 134,8 яйца.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буйаров В.С., Ройтер Я.С., Кавтарашвили А.Ш., Червонова И.В., Буйаров А.В. Оценка племенных качеств сельскохозяйственной птицы мясного направления продуктивности (обзор). *Вестник аграрной науки*. 2019; (3): 30–38. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.3.30>
2. Гальперн И.Л. Селекционно-генетические проблемы развития яичного и мясного птицеводства в XXI веке. *Генетика и разведение животных*. 2015; (3): 22–29. <https://www.elibrary.ru/unsqgwz>
3. Черепанов С.В. Актуальные вопросы селекционной работы в птицеводстве России. *Птицеводство*. 2018; (9): 2–4. <https://www.elibrary.ru/skawbn>
4. Хорошевская Л.В., Горлов И.Ф. Факторы успешной работы с племенным поголовьем мясных кроссов птицы. *Ветеринария*. 2017; (3): 54–56. <https://www.elibrary.ru/yoaby1>
5. Федорова Е.С., Станисhevская О.И., Деметьева Н.В. Современное состояние и проблемы племенного птицеводства в России (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020; 21(3): 217–232. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.217-232>
6. Сермягин А.А., Зиновьева Н.А. Перспективы использования оценки племенной ценности в бройлерном птицеводстве России для совершенствования экономически значимых признаков (обзор). *Генетика и разведение животных*. 2018; (2): 20–28. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-2-20-28>
7. Яковлев А.Ф., Деметьева Н.В. Использование геномных данных в селекции птицы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017; 21(7): 770–777. <https://doi.org/10.18699/VJ17.298>
8. Бычаев А.Г. Методы селекции в племенном разведении птицы. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2022; (2): 125–133. <https://doi.org/10.24412/2078-1318-2022-2-125-133>
9. Емануйлова Ж.В., Комаров А.А., Егорова А.В., Ефимов Д.Н. Родительские формы и бройлеры селекционно-генетического центра «Смена». *Аграрная наука*. 2020; (4): 16–19. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-16-19>
10. Емануйлова Ж.В., Егорова А.В., Ефимов Д.Н., Комаров А.А. Новый высокопродуктивный отечественный кросс мясных кур «Смена 9». *Аграрная наука*. 2021; (7–8): 33–36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-33-36>
11. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б. Прием селекции, позволяющий повысить мясную продуктивность цыплят-бройлеров. *Птицеводство*. 2021; (4): 18–21. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-4-18-21>
12. Емануйлова Ж.В., Егорова А.В., Ефимов Д.Н., Комаров А.А. Выход инкубационных яиц от племенных мясных кур селекции СГЦ «Смена». *Птицеводство*. 2023; (6): 4–10. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-6-4-10>
13. Рехлецкая Е.К., Дымков А.Б., Лазарец Л.Н., Мальцев А.Б. Новый способ селекции птицы. *Генетика и разведение животных*. 2021; (1): 61–66. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-61-66>

## REFERENCES

1. Buyarov V.S., Roiter Ya.S., Kavtarashvili A.Sh., Chervonova I.V., Buyarov A.V. Assessment of breeding qualities of agricultural poultry of productivity meat direction (review). *Bulletin of agrarian science*. 2019; (3): 30–38 (in Russian). <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.3.30>
2. Galpern I.L. Selection-genetic problems of development of egg and meat-type poultry production in XXI century. *Genetics and animal breeding*. 2015; (3): 22–29 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/unsqgwz>
3. Cherepanov S.V. Current Problems of Poultry Selection in Russia. *Ptitsevodstvo*. 2018; (9): 2–4 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/skawbn>
4. Khoroshevskaya L.V., Gorlov I.F. Factors of successful work with breeding livestock of meat breeds. *Veterinary medicine*. 2017; (3): 54–56 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yoaby1>
5. Fedorova E.S., Stanishevskaya O.I., Dementieva N.V. Current state and problems of poultry breeding in Russia (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020; 21(3): 217–232 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.217-232>
6. Sermyagin A.A., Zinovieva N.A. Perspectives for using the estimated breeding value in Russian broiler chicken to improve economically important traits (review). *Genetics and breeding of animals*. 2018; (2): 20–28 (in Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2018-2-20-28>
7. Yakovlev A.F., Dementieva N.V. Evaluation of the genome in bird breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017; 21(7): 770–777 (in Russian). <https://doi.org/10.18699/VJ17.298>
8. Bychaev A.G. Selection methods in breeding poultry. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2022; (2): 125–133 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2078-1318-2022-2-125-133>
9. Emanuylova Zh.V., Komarov A.A., Egorova A.V., Efimov D.N. Parental forms and broilers selected by the Center for Genetics & Selection "Smena". *Agrarian science*. 2020; (4): 16–19 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-16-19>
10. Emanuylova Zh.V., Egorova A.V., Efimov D.N., Komarov A.A. New highly productive russian cross of broiler chicken "Smena 9". *Agrarian science*. 2021; (7–8): 33–36 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-33-36>
11. Rehletsckaya E.K., Dymkov A.B. A Selection Technique Increasing the Meat Productivity in Broilers. *Ptitsevodstvo*. 2021; (4): 18–21 (in Russian). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-4-18-21>
12. Emanuylova Zh.V., Egorova A.V., Efimov D.N., Komarov A.A. Percentage of eggs suitable for incubation in maternal preparental lines of broiler breeders selected at the Center for Genetics & Selection "Smena". *Ptitsevodstvo*. 2023; (6): 4–10 (in Russian). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-6-4-10>
13. Rehletsckaya E.K., Dymkov A.B., Lazarets L.N., Maltsev A.B. New method of poultry selection. *Genetics and breeding of animals*. 2021; (1): 61–66 (in Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-1-61-66>

14. Забудский Ю.И. Репродуктивная функция у гибридной сельскохозяйственной птицы. Сообщение III. Влияние возраста родительского стада. *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(4): 436–449.  
<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.436rus>

#### ОБ АВТОРАХ

**Жанна Владимировна Емануйлова<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
главный зоотехник-селекционер  
[zhanna.emanuilova@mail.ru](mailto:zhanna.emanuilova@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-Q002-8855-2947>

**Анна Васильевна Егорова<sup>2</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции, разведения мясной и яичной птицы, отдела генетики и селекции  
[egorova@vnitip.ru](mailto:egorova@vnitip.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-9981-5768>

<sup>1</sup>Селекционно-генетический центр «Смена» — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), Березняки 117, Сергиево-Посадский г. о., Московская обл., 141357, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства», ул. Птицеградская, 10, Сергиев Посад, Московская обл., 141311, Россия

14. Zabudsky Yu.I. Reproductive function in hybrid poultry. III. An impact of breeder flock age. *Agricultural Biology*. 2016; 51(4): 436–449.  
<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.436eng>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Zhanna Vladimirovna Emanuylova<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences,  
Chief Zootechnician-breeder  
[zhanna.emanuilova@mail.ru](mailto:zhanna.emanuilova@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-Q002-8855-2947>

**Anna Vasilyevna Egorova<sup>2</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher,  
Head of the Laboratory of Selection, Breeding of Meat and Egg Poultry, Department of Genetics and Selection  
[egorova@vnitip.ru](mailto:egorova@vnitip.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-9981-5768>

<sup>1</sup>Center for Genetics & Selection “Smena” is a branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Poultry Institute”,

117 Bereznaki, Sergiev Posad Urban District, Moscow Region, 141357, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Poultry Institute”,

10 Ptitsegradskaya Str., Sergiev Posad, Moscow region, 141311, Russia



# AGROCON

## Найди себя в АГРО

Крупнейшая межуниверситетская  
выставка-форум АПК для  
молодёжи



## agrocon.pro

17 ОКТЯБРЯ | ул. МИКЛУХО-МАКЛАЯ, д.6  
РУДН

УДК: 636.2.034

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113

С.А. Олейник ✉

А.В. Лесняк

Ставропольский государственный  
аграрный университет, Ставрополь,  
Россия

✉ Soliynik60@gmail.com

Поступила в редакцию: 25.03.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Олейник С.А., Лесняк А.В.

## Полиморфизм гена бета-казеина у крупного рогатого скота джерсейской породы в Ставропольском крае

### РЕЗЮМЕ

Изучение полиморфизма генов, влияющих на состав и свойства молока, имеет важное значение для молочного скотоводства. Ген CASB, кодирующий бета-казеин, привлекает особое внимание в связи с предполагаемым влиянием его аллельных вариантов на здоровье человека и технологические свойства молока. В настоящей работе исследован полиморфизм гена CASB у коров джерсейской породы ( $n = 361$ ) в Ставропольском крае. Анализ ДНК проводили методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени, в результате чего выявлены два аллеля — A1 (CASB<sup>A</sup>) и A2 (CASB<sup>C</sup>). Установлено преобладание аллеля A2 (0,61) над аллелем A1 (0,39). Обнаружены три генотипа: A1A1, A2A1 и A2A2. Наиболее распространенный генотип A2A1 был обнаружен у 278 животных. Наблюдаемое распределение генотипов статистически значимо отличается от ожидаемого по закону Харди — Вайнберга ( $\chi^2 = 137,77$ ,  $p < 0,001$ ) за счет существенного избытка гетерозигот A2A1 (наблюдаемая гетерозиготность 0,7695, ожидаемая — 0,4760). Генотип A1A1 встречается крайне редко (2 особи). Предполагается, что наблюдаемая генетическая структура популяции является следствием целенаправленной селекции, в частности использования быков-производителей с генотипами A2A2 и A2A1. Установлено, что коровы с генотипом A1A1 имели более высокий выход белка на 100 кг живой массы по сравнению с коровами с генотипом A2A2 и A2A1 ( $p < 0,05$ ). По другим показателям молочной продуктивности (удой за сутки, выходу жира, суммарному выходу жира и белка) статистически значимых различий между генотипами не обнаружено. Полученные результаты важны для понимания генетической структуры популяции джерсейского скота для оценки перспектив селекции по гену бета-казеина.

**Ключевые слова:** джерсейская порода, бета-казеин, полиморфизм, молочная продуктивность, селекция, генотип, наследуемость

**Для цитирования:** Олейник С.А., Лесняк А.В. Полиморфизм гена бета-казеина у крупного рогатого скота джерсейской породы в Ставропольском крае. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 107–113.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113

Sergey A. Oleinik ✉

Artem V. Lesnyak

Stavropol State Agrarian University,  
Stavropol, Russia

✉ Soliynik60@gmail.com

Received by the editorial office: 25.03.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Oleinik S.A., Lesnyak A.V.

## Beta-casein gene polymorphism in Jersey cattle in the Stavropol region

### ABSTRACT

The study of polymorphisms in genes affecting milk composition and properties is of significant importance for dairy cattle breeding. The CSN2 (CASB) gene, encoding beta-casein, attracts particular attention due to the suggested influence of its allelic variants on human health and the technological properties of milk. This study investigated the polymorphism of the CSN2 gene in Jersey cows ( $n = 361$ ) in the Stavropol region. DNA analysis was performed using real-time polymerase chain reaction (PCR), which revealed two alleles — A1 (CASB<sup>A</sup>) and A2 (CASB<sup>C</sup>). The A2 allele was found to be predominant (0.61) over the A1 allele (0.39). Three genotypes were detected: A1A1, A2A1, and A2A2. The most common genotype was A2A1, found in 278 animals. The observed genotype distribution differed significantly from that expected under Hardy — Weinberg equilibrium ( $\chi^2 = 137.77$ ,  $p < 0.001$ ) due to a substantial excess of A1A2 heterozygotes (observed heterozygosity 0.7695, expected 0.4760). The A1A1 genotype was extremely rare (2 individuals). This observed genetic structure is a direct consequence of the ongoing breeding program aimed at increasing the frequency of the A2 allele in the herd. Cows with the A1A1 genotype had a significantly higher milk protein yield per 100 kg of live weight compared to cows with the A2A2 and A2A1 genotypes ( $p < 0.05$ ). No statistically significant differences between genotypes were found for other milk production traits (daily milk yield, milk fat yield, total milk fat and protein yield). The obtained results are important for understanding the genetic structure of the Jersey cattle population and for evaluating the prospects of selection based on the beta-casein gene.

**Key words:** Jersey breed, beta-casein, polymorphism, milk production, breeding, genotype, heritability

**For citation:** Oleinik S.A., Lesnyak A.V. Beta-casein gene polymorphism in Jersey cattle in the Stavropol region. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 107–113 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>

## Введение/Introduction

Молочное скотоводство играет ключевую роль в обеспечении населения планеты высококачественными продуктами питания. Среди различных пород крупного рогатого скота джерсейская порода занимает особое место благодаря уникальным характеристикам своего молока. Оно отличается высоким содержанием жира и белка, а также превосходными технологическими свойствами, делающими его особенно ценным для производства сыра и других молочных продуктов [1, 2].

Качество молока и его состав определяют множеством факторов, включая генетические особенности животных. Несколько генов, кодирующих молочные белки, привлекают особое внимание селекционеров. Одним из таких генов является ген бета-казеина, совместно с которым активно изучается полиморфизм гена каппа-казеина, особенно в контексте сыроделия и технологических свойств молока [3, 4].

Исследования обоих генов необходимы для комплексного понимания генетического потенциала пород.

Бета-казеин — один из основных белков казеиновой фракции молока, составляющий около 30–40% от общего количества казеинов [5]. Ген CASB локализован на 6-й хромосоме крупного рогатого скота (BTA6 q24). Он входит в состав кластера генов казеинов, который включает гены альфа-S1-казеина (CSN1S1), альфа-S2-казеина (CSN1S2) и каппа-казеина (CSN3). Эти гены тесно сцеплены и расположены в следующем порядке: CSN1S1 — CSN1S2 — CASB — CSN3. Такое тесное расположение генов казеинов, вероятно, является результатом tandemных дупликаций в процессе эволюции. Размер гена CASB составляет около 8500–9000 пар оснований. Ген CASB характеризуется значительным полиморфизмом, то есть наличием нескольких аллельных вариантов. Наиболее изученными и распространенными являются аллели A1 и A2, различающиеся одной аминокислотной заменой в положении 67 белковой цепи: гистидин у A1 и пролин у A2 [6–9].

В последние годы полиморфизм гена CASB привлекает повышенное внимание исследователей и производителей молока в связи с предполагаемым влиянием различных аллелей на здоровье человека. Существует гипотеза, что при переваривании  $\beta$ -казеина A1 в желудочно-кишечном тракте образуется пептид бета-казоморфин-7 (BCM-7), который может оказывать негативное воздействие на организм, в то время как  $\beta$ -казеин A2 считается более безопасным и легче усваиваемым [10, 11]. Хотя эти данные до сих пор являются предметом дискуссий и требуют дальнейшего

изучения, многие потребители отдают предпочтение молоку, содержащему преимущественно  $\beta$ -казеин A2.

Кроме потенциального влияния на здоровье человека, полиморфизм гена CASB может быть связан с продуктивными качествами животных и технологическими свойствами молока. Ряд исследований указывают на возможную связь определенных генотипов CASB с удоем, содержанием жира и белка в молоке, а также с сыропригодностью и другими характеристиками [12, 13].

Несмотря на широкую известность джерсейской породы, данных о полиморфизме гена CASB у этого скота в России недостаточно. Исследования, проведенные в других странах и на других породах крупного рогатого скота, демонстрируют значительную вариабельность частот аллелей и генотипов CASB в зависимости от породы, региона и селекционных программ [14–16].

*Цель исследования* — изучение полиморфизма гена бета-казеина (CASB) у крупного рогатого скота джерсейской породы.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования были коровы-первотелки джерсейской породы ( $n = 361$ ) по результатам их первой законченной лактации (305 дней), принадлежащие племенному репродуктору Ставропольского края. Использование данных только по первой лактации позволило обеспечить однородность выборки и исключить влияние возраста на продуктивные показатели. Исследования проводили в течение 2024 г.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета ЕС от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, использующихся для научных целей<sup>1</sup>, и принципов обращения с животными, согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ<sup>2</sup>.

Отбор проб молока-сырья проводили индивидуально от каждой коровы во время контрольных доений специалистами племенного репродуктора совместно с Ассистентской службой ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (госрегистрация в племенном регистре РФ № 262704901000, свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре серия ПЖ 77 № 010821) в соответствии с ГОСТ Р ИСО 707-2010<sup>3</sup> и Рекомендацией Коллегии ЕЭК от 21 ноября 2023 года № 34<sup>4</sup>.

Данные по молочной продуктивности (суточный удой, содержание жира и белка в молоке) рассчитывали как среднее значение по результатам ежемесячных контрольных доек.

<sup>1</sup> [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>2</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

<sup>3</sup> ГОСТ Р ИСО 707-2010 Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб.

<sup>4</sup> Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21 ноября 2023 года № 34 «Об унифицированных подходах к учету молочной продуктивности и проведению лабораторного контроля качества молока крупного рогатого скота молочного направления продуктивности».

Анализ качественных показателей молока (содержания жира и белка, %) проводили в Лаборатории селекционного контроля качества молока ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (госрегистрация в племенном регистре РФ № 262704801000, свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре серия ПЖ 77 № 011667) в соответствии с ГОСТ 32255-2013<sup>5</sup>.

Живую массу исследуемых коров определяли в соответствии с ГОСТ Р 57878-2017<sup>6</sup> в середине первой лактации (на 150-й  $\pm$  15 день).

Для оценки продуктивной эффективности рассчитывали относительный выход молочных компонентов (жира, белка, а также их суммы) за 305 дней лактации на 100 кг живой массы. Данный подход, нормализующий продуктивность по живой массе, является общепринятым в селекции на повышение экономической эффективности [17, 18].

В научной литературе используют аналогичные метрики, в частности выход молока на единицу метаболической массы (кг ECM / кг BW<sup>0.75</sup>) [19] и расчеты энергетического баланса, включающие соотношение BW/100 [20].

Забор цельной крови у исследуемого поголовья коров проводили из яремной вены в вакуумные пробирки с антикоагулянтом ЭДТА с сентября по октябрь 2024 года.

Генетические исследования выполняли в Лаборатории молекулярно-генетической экспертизы ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (госрегистрация в племенном регистре РФ № 262704803000, свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре серия ПЖ 77 № 010649).

Выделение ДНК из отобранной цельной крови проводили согласно протоколу к коммерческому набору «М-Сорб-Кровь» (ООО «НПФ «Синтол», Россия).

Полиморфизм аллелей в гене бета-казеина определяли методом ПЦР в реальном времени согласно протоколу к набору реагентов для определения полиморфизма Pro67His гена бета-казеина CASB у крупного рогатого скота (ООО «НПФ «Синтол», Россия).

Фланкирующая последовательность, указанная в протоколе набора: 5'-ACAGTCTCTAGTCTATCCCTTCCCTGGGCCATCC[C/A]TAACAGCCTCCCACAAAAATCCCTCCTC-3'. Соответствие генотипов: генотип C/C соответствует аллельному варианту A2A2, генотип C/A — A2A1, генотип A/A — A1A1.

Амплификацию проводили на приборе для ПЦР в реальном времени Rotor-Gene Q (QIAGEN, Германия) со следующими параметрами термочиклирования: денатурация 94 — 3 мин.; цикл 1: 94 — 20 сек., 58 — 20 сек., 61 — 30 сек., без детекции, 10 повторов; цикл 2: 94 — 20 сек., 58 — 20 сек., 61 — 30 сек. (с детекцией по каналам green и yellow), 30 повторов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel (США). Для сравнения средних значений показателей молочной продуктивности между группами генотипов использовали t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ результатов генотипирования выявил, что у коров джерсейской породы полиморфизм генов бета-казеина (CASB) представлен двумя аллелями — CASB<sup>A</sup> и CASB<sup>C</sup>.

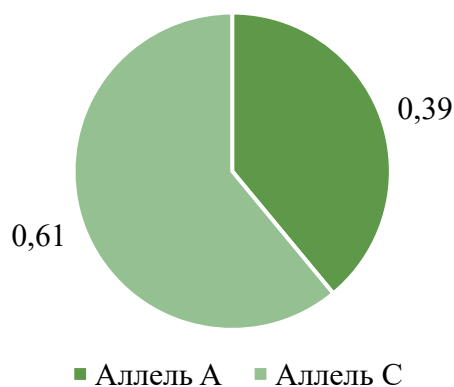
Частота встречаемости аллелей CASB<sup>A</sup>, CASB<sup>C</sup> составила 0,39 и 0,61 соответственно (рис. 1).

Высокая частота встречаемости генотипов C/A (A2A1) и C/C (A2A2) по гену бета-казеина (CASB) у коров джерсейской породы предположительно связана с проводимой в хозяйстве направленной селекцией. Так, для получения животных в исследуемой выборке было использовано семя. В хозяйстве активно используется семя от 23 быков-производителей с генотипами A2A2 (в 65,2% случаев), A2A1 (в 8,7% случаев) и неизвестным по гену бета-казеина (в 26,1% случаев). Такая селекционная стратегия приводит к искусственному увеличению доли аллеля A2 в популяции и, как следствие, преобладанию генотипов, содержащих этот аллель (A2A2 и A2A1).

Минимальное количество животных с генотипом A1A1 (всего 2 особи) является закономерным результатом этой селекционной политики, поскольку аллель A1 практически не вносится в популяцию с генетическим материалом быков-производителей. Таким образом, наблюдаемая генетическая структура популяции является отражением целенаправленного отбора,

**Рис. 1.** Распределение частоты встречаемости аллельных вариантов гена бета-казеина

**Fig. 1.** Frequency distribution of beta-casein gene allelic variants



<sup>5</sup> ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочные продукты. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.

<sup>6</sup> ГОСТ Р 57878-2017 Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота, молочного и комбинированного направлений.

ориентированного на увеличение доли животных, несущих аллель A2 бета-казеина.

На основе полученных данных была дана оценка генетической структуры изучаемого поголовья коров джерсейской породы (табл. 1).

Наблюдаемая гетерозиготность, представляющая собой долю гетерозиготных особей в выборке, составила 0,7695, ожидаемая гетерозиготность, рассчитанная на основе частот аллелей, — 0,4760.

Сравнение  $H_o$  и  $H_e$  показало значительный избыток гетерозигот в исследуемой выборке по сравнению с ожидаемым при равновесии Харди — Вайнберга. Статистическая значимость этого отклонения была подтверждена с помощью критерия  $\chi^2$ , который показал высокое значение ( $\chi^2 = 137,77$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ).

Для дополнительной характеристики отклонения от ожидаемой гетерозиготности был рассчитан коэффициент инбридинга (Fis) -0,6166. Отрицательное значение Fis указывает на избыток гетерозигот в популяции.

Для оценки влияния полиморфизма гена CASB на продуктивные качества был проведен сравнительный анализ. Анализ абсолютных показателей, таких как средний суточный удой, не выявил статистически значимых различий между животными с разными генотипами. Однако при оценке эффективности производства молока, рассчитанной как выход молочных компонентов на 100 кг живой массы, были обнаружены достоверные различия (табл. 2).

Анализ связи генотипов CASB с показателями продуктивности, нормализованными по живой массе, выявил статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) по эффективности синтеза молочного белка. Наиболее высокий показатель отмечен у коров с редким генотипом A1A1 (65,40 кг) по сравнению с коровами с генотипами A2A1 (63,87 кг) и A2A2 (61,40 кг) ( $p < 0,05$ ). Разница составила 1,53 кг (2,4%) и 4,00 кг (6,5%) соответственно. В свою очередь, коровы с генотипом A1A2 показали достоверно более высокий выход белка по сравнению с коровами генотипа A2A2 ( $p < 0,05$ ). Таким образом, в исследуемой выборке наблюдали четкую градацию по эффективности синтеза молочного белка относительно размеров животного.

**Таблица 2. Молочная продуктивность в связи с генотипами гена бета-казеина**

**Table 2. Milk production in relation to beta-casein gene genotypes**

| Показатель                                                               | Генотипы      |               |               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                          | A/A           | C/A           | C/C           |
| Средний удой за сутки, кг                                                | 22,03 ± 1,02  | 21,88 ± 0,15  | 21,53 ± 0,26  |
| Показатели эффективности молочной продуктивности за лактацию (305 дней): |               |               |               |
| выход жира на 100 кг живой массы, кг                                     | 94,04 ± 9,83  | 84,93 ± 0,61  | 84,26 ± 1,12  |
| выход белка на 100 кг живой массы, кг                                    | 65,40 ± 0,20* | 63,87 ± 0,43* | 61,40 ± 0,69* |
| суммарный выход жира и белка на 100 кг живой массы, кг                   | 159,49 ± 9,63 | 148,81 ± 0,99 | 145,67 ± 1,69 |

Примечание: \* различия между генотипами A/A (A1A1), C/A (A2A1) и C/C (A2A2) статистически значимы при  $p < 0,05$ . Значения представлены как среднее ± стандартная ошибка среднего ( $M \pm SEM$ ).

**Таблица 1. Генетическая структура коров джерсейской породы по гену бета-казеина**

**Table 1. Genetic structure of Jersey cows by beta-casein gene**

| Ген  | Генотип | Количество животных (n) | $H_o$  | $H_e$  | Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) | Fis     |
|------|---------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|---------|
| CASB | A/A     | 2                       | 0,7695 | 0,4760 | 137,77                  | -0,6166 |
|      | C/A     | 278                     |        |        |                         |         |
|      | C/C     | 81                      |        |        |                         |         |

Примечание:  $H_o$  — наблюдаемая гетерозиготность,  $H_e$  — ожидаемая гетерозиготность, Fis — коэффициент инбридинга.

Необходимо отметить, что вывод о преимуществе генотипа A/A (A1A1) по выходу белка в данном исследовании является предварительным, так как основан всего на двух животных. Этот результат требует подтверждения на большей выборке. В то же время, несмотря на отсутствие статистической значимости, наблюдаемые различия в выходе жира (9,11–9,78 кг) и суммарном выходе жира и белка (10,48–13,82 кг) между генотипом A/A и другими генотипами могут иметь практическое значение, заключающееся в возможном побочном эффекте селекции, при котором целенаправленная элиминация аллеля A1 ради получения молока типа A2 может быть сопряжена со снижением генетического потенциала эффективности производства. Увеличение выборки животных с генотипом A/A, вероятно, позволит выявить статистическую достоверность этих различий, что требует дальнейшего изучения. Необходимы дальнейшие исследования с большей выборкой животных.

Важно учитывать, что генотип A1A1 в исследованной группе животных встречается крайне редко, что ограничивает практическую значимость этого результата на данный момент. Эти данные частично отличаются от результатов, полученных при изучении джерсейского скота в Индии [16]. В исследовании индийских ученых было установлено, что генотип A2A2 ассоциирован со статистически значимо более высоким содержанием жира и белка в молоке. В то же время аллель A1 (в генотипе A1A2) был связан с более высоким удоем и выходом белка, что в целом согласуется с наблюдениями авторов о преимуществе генотипа A1A1 по относительному выходу белка.

Различия в результатах, вероятно, объясняют как особенностями исследуемых популяций и разными селекционными программами, так и разными методиками оценки. Например, в данном исследовании оценивали относительный выход компонентов на 100 кг живой массы, тогда как в работе [16] анализировали абсолютные показатели.

В ряде исследований на других породах (холмогорской [10], красно-пестрой [13]) были выявлены частичные статистически значимые связи между генотипами CASB и содержанием белка в молоке. В исследовании на черно-пестрой породе [11] у коров

с генотипом A2A1 наблюдали тенденцию к более высокому удою, однако эти различия не были статистически значимыми.

Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о существенном и статистически значимом отклонении наблюдаемого распределения генотипов от ожидаемого по закону Харди — Вайнберга, а именно о значительном избытке гетерозигот ( $H_o = 0,7695$ ) по сравнению с ожидаемым значением ( $H_e = 0,4760$ ). Наблюдаемый значительный избыток гетерозигот ( $H_o = 0,7695$ ) и дефицит гомозигот A1A1 не является следствием естественных процессов, таких как сверхдоминирование, а напрямую объясняется проводимой в хозяйстве селекционной программой.

Использование семени быков-производителей с генотипом A2A2 на маточном поголовье, в котором всё еще присутствует аллель A1, закономерно приводит к рождению большого числа гетерозиготных потомков (A2A1) и резкому снижению числа гомозигот A1A1. Отрицательный коэффициент инбридинга ( $F_{is} = -0,6166$ ) в данном случае является не показателем преимущества гетерозигот, а математическим отражением такой направленной неслучайной системы скрещиваний.

В ходе исследования было установлено, что в изученной популяции джерсейского скота частота аллеля A2 (0,61) превышает частоту аллеля A1 (0,39). Это согласуется с полученными данными при изучении джерсейского скота в Индии [16]. В их исследовании преобладал аллель A2 (0,69), а частота аллеля A1 составляла всего 0,31.

Сравнение с другими породами крупного рогатого скота показывает высокую вариабельность в частотах аллелей CASB. Например, согласно результатам исследования Л.А. Калашниковой *с соавт.* (2021 г.), у холмогорского скота наблюдается схожая картина с преобладанием аллеля A2 (0,62). По данным Н.А. Худяковой *с соавт.* (2023 г.), у ярославской породы чаще встречается аллель A2. Данные по голштинской породе более противоречивы, но в некоторых популяциях отмечается преобладание A1 (М.А. Парамонова, 2023 г.). При изучении бурой швицкой породы Л.А. Калашникова *с соавт.* (2022 г.) обнаружили высокую частоту встречаемости аллеля A2 (0,69–0,71) в отечественной селекции, а в зарубежной — до 0,92. Однако межпородные и внутривидовые различия в частотах аллелей могут быть следствием как особенностей происхождения и селекции, так и случайных генетических процессов (дрейфа генов).

Другой важной особенностью является значительное отклонение распределения генотипов от равновесия Харди — Вайнберга. В исследованной популяции джерсейского скота наблюдали существенный избыток гетерозигот A1A2 (76,95%)

по сравнению с теоретически ожидаемым значением (47,60%). В отличие от данных результатов, у авторов, изучавших другие породы по полиморфизму гена бета-казеина, распределение генотипов соответствовало равновесию [6–8, 10].

Наблюдаемый избыток гетерозиготного генотипа A1A2 и практически полное отсутствие гомозиготного генотипа A1A1 являются прямым и ожидаемым следствием целенаправленной селекционно-племенной работы, проводимой в хозяйстве. Активное использование семени быков-производителей с генотипом A2A2 на маточном поголовье, в котором всё еще циркулирует аллель A1, закономерно приводит к рождению большого количества гетерозиготных потомков.

Таким образом, крайне низкое количество животных с генотипом A1A1 ( $n = 2$ ) — это не косвенный признак, а непосредственный результат реализуемой селекционной стратегии, направленной на насыщение стада желательным аллелем A2 (Л.А. Калашникова *с соавт.*, 2022 г.; А.И. Голубков *с соавт.*, 2023 г.).

### Выводы/Conclusions

Генетическая структура исследуемой популяции джерсейской породы в Ставропольском крае сформирована под воздействием целенаправленной селекции, что подтверждается преобладанием аллеля A2 (0,61) над аллелем A1 (0,39) и значительным отклонением от равновесия Харди — Вайнберга ( $\chi^2 = 137,77$ ;  $p < 0,001$ ). Это отклонение выражается в резком избытке гетерозиготных животных A1A2 (наблюдаемая частота 0,7695 против ожидаемой 0,4760) и крайне низкой встречаемости гомозигот A1A1 (2 особи из 361), что является прямым следствием использования A2-быков в стаде.

Анализ связи генотипов с продуктивными качествами выявил ключевой селекционный компромисс (trade-off). Животные с редким генотипом A1A1, который целенаправленно элиминируется из популяции, продемонстрировали статистически значимо ( $p < 0,05$ ) более высокую эффективность синтеза молочного белка. Относительный выход белка на 100 кг живой массы у них составил 65,40 кг, что на 2,4% и 6,5% выше, чем у генотипов A1A2 (63,87 кг) и A2A2 (61,40 кг), соответственно.

Несмотря на выявленное преимущество генотипа A1A1 по эффективности синтеза белка, возврат к селекции на его распространение нецелесообразен. Приоритет рыночного спроса на молоко типа A2, а также предварительный характер наблюдения авторов ( $n = 2$ ) делают продолжение текущей селекционной программы по насыщению стада аллелем A2 наиболее оправданной стратегией.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках реализации субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) от 25 апреля 2024 года № 082-03-2024-220/3.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Князева Т.А., Чекуменева Н.Ю., Никитина С.В. Джерсейская порода молочного скота в Российской Федерации. *Зоотехния*. 2019; (5): 5. <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.39.83.005>
2. Чирихина В.А. Показатели продуктивности и фертильности по первой лактации у дочерей, полученных от коров джерсейской породы, перенесших длительный транспортный стресс. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2021; (2): 75–82. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbio.2021.2.75-82>
3. Щеголев П.О., Лемякин А.Д., Чаицкий А.А., Сабетова К.Д., Кофиади И.А., Белокуров С.Г. Полиморфизм гена каппа-казеина в популяциях молочного скота Костромской области и его влияние на молочную продуктивность коров. *Аграрная наука*. 2022; (10): 77–85. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-77-85>
4. Юмагузин И.Ф., Аминова А.Л., Седых Т.А. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быков-производителей с разными вариантами генотипа каппа-казеина. *Аграрная наука*. 2022; (1): 60–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>
5. Калашникова Л.А., Прожерин В.П., Хабибрахманова Я.А., Павлова И.Ю., Ганченкова Т.Б., Ялуга В.Л. Полиморфизм гена бета-казеина у холмогорской породы крупного рогатого скота. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021; (2): 22–24. <https://doi.org/10.33943/MMS.2021.86.71.005>
6. Калашникова Л.А. и др. Полиморфизм гена бета-казеина в стадах крупного рогатого скота бурой швейцарской породы. *Вестник Омского государственного университета*. 2022; (4): 64–69. [https://doi.org/10.52754/16947452\\_2022\\_4\\_64](https://doi.org/10.52754/16947452_2022_4_64)
7. Глинская Н.А., Сильченко Е.С., Николаева В.В., Приловская Е.И. Полиморфизм гена бета-казеина (CSN2) и анализ биохимического состояния крупного рогатого скота беларусской черно-пестрой породы. *Вестник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук*. 2021; (1): 72–77. <https://elibrary.ru/eeglbq>
8. Калашникова Л.А., Труфанов В.Г., Хабибрахманова Я.А., Ганченкова Т.Б., Рыжова Н.В., Павлова И.Ю. Полиморфизм гена бета-казеина у коров голштинской породы. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021; (1): 19–21. <https://elibrary.ru/kndpcc>
9. Кощаев А.Г., Гырнетс Е.А. Частота встречаемости генотипов гена бета-казеина в популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2021; 93: 310–314. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-310-314>
10. Парыгина Е.В. и др. Ассоциация генотипов коров холмогорской породы по бета-казеину с молочной продуктивностью. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(6): 877–883. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.877-883>
11. Парамонова М.А. Влияние полиморфизма гена молочного белка CSN2 на продуктивные качества скота черно-пестрой породы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023; (5): 300–305. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-300-305>
12. Голубков А.И., Мирвалиев Ф.С., Ефимова Л.В., Голубков А.А. Создание стада коров симментальской породы — производителей молока белка бета-казеина типа A2. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2023; 60(4): 61–68. <https://elibrary.ru/fvlvfi>
13. Калашникова Л.А. и др. Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы с разными генотипами бета-казеина. *Молочное и мясное скотоводство*. 2022; (2): 21–24. <https://doi.org/10.33943/MMS.2022.82.31.005>
14. Худякова Н.А., Тулинова О.В., Кожевникова И.С., Кудрина М.А., Кондакова А.А. Распределение генотипа бета-казеина в двух поколениях у коров холмогорской породы. *Аграрный научный журнал*. 2023; (10): 134–139. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp134-139>
15. Худякова Н.А., Ступина А.О., Классен И.А. Частота встречаемости аллелей гена бета-казеина у крупного рогатого скота разных пород. *Аграрный научный журнал*. 2023; (4): 85–91. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp85-91>
16. Bhat S.A. et al. Association of DGAT1, beta-casein and leptin gene polymorphism with milk quality and yield traits in Jersey and its cross with local Kashmiri cattle. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017; 5(6): 557–561.

## FUNDING

The research was carried out as part of the implementation of a subsidy from the federal budget for financial support of the state assignment for the provision of public services (performance of work) dated April 25, 2024 No. 082-03-2024-220/3.

## REFERENCES

1. Knyazeva T.A., Chekmeneva N.Yu., Nikitina S.V. Jersey breed in the Russian Federation. *Zootekhnika*. 2019; (5): 5 (in Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.39.83.005>
2. Chirikina V.A. Productivity and fertility traits at first lactation in daughters born to Jersey-bred mothers who have suffered long-term transport stress. *Problems of Productive Animal Biology*. 2021; (2): 75–82 (in Russian). <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbio.2021.2.75-82>
3. Shchegolev P.O., Lemyakin A.D., Chaitsky A.A., Sabetova K.D., Kofiadi I.A., Belokurov S.G. Polymorphism of the kappa-casein gene in dairy cattle populations of the Kostroma region and its effect on dairy productivity of cows. *Agrarian science*. 2022; (10): 77–85 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-77-85>
4. Yumaguzin I.F., Aminova A.I., Sedykh T.A. Productive longevity and lifelong productivity of daughters of Holstein bulls-producers with different variants of kappa-casein genotype. *Agrarian science*. 2022; (1): 60–63 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>
5. Kalashnikova L.A., Prozherin V.P., Habibrahmanova Ya.A., Pavlova I.Yu., Ganchenkova T.B., Yaluga V.L. Polymorphism of beta-casein gene in the Kholmogor cattle breed. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2021; (2): 22–24 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2021.86.71.005>
6. Kalashnikova L. et al. Beta-casein gene polymorphism in studs Brown Switzerland cattle. *Bulletin of Osh State University*. 2022; (4): 64–69 (in Russian). [https://doi.org/10.52754/16947452\\_2022\\_4\\_64](https://doi.org/10.52754/16947452_2022_4_64)
7. Glinskaya N.A., Silchenko E.S., Nikolaeva V.V., Prilovskaya E.I. Polymorphism of beta-casein gene (CSN2) and analysis of biochemical state of bovine cattle of Belarusian Black-and-Potted breeds. *Bulletin of Polesky State University. Series in Natural Sciences*. 2021; (1): 72–77 (in Russian). <https://elibrary.ru/eeglbq>
8. Kalashnikova L.A., Trufanov V.G., Habibrahmanova Ya.A., Ganchenkova T.B., Ryzhova N.V., Pavlova I.Yu. Polymorphism of the beta-casein gene in Holstein cows. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2021; (1): 19–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/kndpcc>
9. Koshchayev A.G., Gyrnets E.A. Occurrence of beta-casein genotypes in the population of black-and-white Holstein dairy cattle. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021; 93: 310–314 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-310-314>
10. Parygina E.V. et al. Association of genotypes of cows of the Kholmogory breed by beta-casein with milk productivity. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(6): 877–883 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.877-883>
11. Paramonova M.A. Influence of polymorphism of the milk protein CSN2 gene on the productive qualities of Black-and-White cattle. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023; (5): 300–305 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-300-305>
12. Golubkov A.I., Mirvaliev F.S., Efimova L.V., Golubkov A.A. Creation of a herd of Simmental cows producing milk protein beta-casein type A2. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2023; 60(4): 61–68 (in Russian). <https://elibrary.ru/fvlvfi>
13. Kalashnikova L.A. et al. Milk productivity of Red-and-White cows with different beta-casein genotypes. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2022; (2): 21–24 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2022.82.31.005>
14. Khudyakova N.A., Tulina O.V., Kozhevnikova I.S., Kudrina M.A., Kondakova A.A. Distribution of beta-casein genotype in two generations in cows of the Kholmogory breed. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (10): 134–139 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp134-139>
15. Khudyakova N.A., Stupina A.O., Klassen I.A. The frequency of occurrence of alleles of the beta-casein gene in different breeds of cattle. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (4): 85–91 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp85-91>
16. Bhat S.A. et al. Association of DGAT1, beta-casein and leptin gene polymorphism with milk quality and yield traits in Jersey and its cross with local Kashmiri cattle. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017; 5(6): 557–561.

17. Veerkamp R.F. Selection for Economic Efficiency of Dairy Cattle Using Information on Live Weight and Feed Intake: A Review. *Journal of Dairy Science*. 1998; 81(4): 1109–1119. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75673-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75673-5)

18. Siberski-Cooper C.J., Koltes J.E. Opportunities to Harness High-Throughput and Novel Sensing Phenotypes to Improve Feed Efficiency in Dairy Cattle. *Animals*. 2022; 12(1): 15. <https://doi.org/10.3390/ani12010015>

19. Ledinek M. *et al.* Analysis of lactating cows on commercial Austrian dairy farms: the influence of genotype and body weight on efficiency parameters. *Archives Animal Breeding*. 2019; 62(2): 491–500. <https://doi.org/10.5194/aab-62-491-2019>

20. Berry D.P., Evans R.D. The response to genetic merit for milk production in dairy cows differs by cow body weight. *JDS Communications*. 2022; 3(1): 32–37. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0115>

#### ОБ АВТОРАХ

**Сергей Александрович Олейник**  
доктор сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник  
[soliynik60@gmail.com](mailto:soliynik60@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6003-4777>

**Артем Васильевич Лесняк**  
аспирант  
[lesnyak.artem@mail.ru](mailto:lesnyak.artem@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7451-2485>

Ставропольский государственный аграрный университет,  
пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Россия

17. Veerkamp R.F. Selection for Economic Efficiency of Dairy Cattle Using Information on Live Weight and Feed Intake: A Review. *Journal of Dairy Science*. 1998; 81(4): 1109–1119. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75673-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75673-5)

18. Siberski-Cooper C.J., Koltes J.E. Opportunities to Harness High-Throughput and Novel Sensing Phenotypes to Improve Feed Efficiency in Dairy Cattle. *Animals*. 2022; 12(1): 15. <https://doi.org/10.3390/ani12010015>

19. Ledinek M. *et al.* Analysis of lactating cows on commercial Austrian dairy farms: the influence of genotype and body weight on efficiency parameters. *Archives Animal Breeding*. 2019; 62(2): 491–500. <https://doi.org/10.5194/aab-62-491-2019>

20. Berry D.P., Evans R.D. The response to genetic merit for milk production in dairy cows differs by cow body weight. *JDS Communications*. 2022; 3(1): 32–37. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0115>

#### ABOUT THE AUTHORS

**Sergey Alexandrovich Oleinik**  
Doctor of Agricultural Sciences,  
Senior Researcher  
[soliynik60@gmail.com](mailto:soliynik60@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6003-4777>

**Artem Vasilyevich Lesnyak**  
Graduate Student  
[lesnyak.artem@mail.ru](mailto:lesnyak.artem@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7451-2485>

Stavropol State Agrarian University,  
12 Zootechnical Lane, Stavropol, 355017, Russia



Международная выставка  
сельскохозяйственной техники,  
материалов и оборудования  
для животноводства и растениеводства

**29–31 октября 2025**

г. Екатеринбург,  
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»



Забронируйте стенд  
[www.agroprom-ural.ru](http://www.agroprom-ural.ru)

Организаторы



Международная  
Выставочная  
Компания



ЕКАТЕРИНБУРГ  
ЭКСПО  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР



УДК 631.459.3/631.459.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121

Е.Я. Чебоचाков<sup>1</sup> ✉А.А. Шпедт<sup>2</sup>М.А. Мартынова<sup>1</sup>О.А. Иванов<sup>1</sup>А.И. Капсаргин<sup>3</sup>В.Н. Муртаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НИИ аграрных проблем Хакасии — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зеленое, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Россия

<sup>3</sup>Станция агрохимической службы «Хакасская», Абакан, Россия

✉ echebochakov@mail.ru

Поступила в редакцию: 04.04.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Чебоचाков Е.Я., Шпедт А.А., Мартынова М.А., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121

Egor Ya. Chebochakov<sup>1</sup> ✉Alexander A. Shpedt<sup>2</sup>Marina A. Martynova<sup>1</sup>Oleg A. Ivanov<sup>1</sup>Alexey I. Kapsargin<sup>3</sup>Valery N. Murtaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research institute of agrarian problems of Khakassia — Branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal research center “Krasnoyarsk Science Center of the Siberian branch of the Russian academy of sciences”», village Zelenoye, Ust-Abakansky district, Republic of Khakassia, Russia

<sup>2</sup>Krasnoyarsk scientific center of the Siberian branch of the Russian academy of sciences, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup>Khakassian agrochemistry service station, Abakan, Russia

✉ echebochakov@mail.ru

Received by the editorial office: 04.04.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Martynova M.A., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N.

## Деградация почв степных агроландшафтов Средней Сибири

### РЕЗЮМЕ

Исследования проводили с целью анализа влияния антропогенных факторов на деградацию почв степной зоны в XX веке и современных условиях.

Анализ антропогенных факторов в проявлении эрозионных процессов осуществляли в предгорном степном почвенно-географическом районе Республики Хакасия, расположенной на юге Средней Сибири. Изучение проводили по материалам научных исследований Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии на эродированных почвах, СибНИИПИ землеустройства и мелиорации, «Росгипрозема» и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия. Антропогенная нагрузка на степные экосистемы (большая распаханность территории, нерегулируемое поголовье овец и коз), отсутствие почвозащитной технологии освоения целинных и залежных земель привели к уничтожению растительного покрова и деградации почв в 1960-х годах, и в настоящее время эти факторы являются причиной проявления дефляции в предгорной степи Средней Сибири. Полезащитные 4-рядные лесные полосы, созданные из вяза приземистого, березы повислой, тополя, расположенные через 300–350 м, повышают противодефляционную устойчивость степного агроландшафта. В современных условиях применение агролесомелиоративного противоэрозионного комплекса (полезащитные лесные полосы, полосное размещение сельскохозяйственных культур, ресурсосберегающая обработка почв, сокращение площади пахотных земель) позволяет уменьшить нагрузку на степные агроландшафты.

**Ключевые слова:** степь, целина, лес, почва, эрозия, технология, обработка

**Для цитирования:** Чебоचाков Е.Я., Шпедт А.А., Мартынова М.А., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Деградация почв степных агроландшафтов Средней Сибири. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 114–121.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121>

## Degradation of soils in the steppe agrolandscapes of Middle Siberia

### ABSTRACT

The research was carried out in order to analyze the influence of anthropogenic factors on soil degradation in the steppe zone in the 20th century and modern conditions.

The analysis of anthropogenic factors in the manifestation of erosion processes was carried out in the foothill steppe soil-geographical region of the Republic of Khakassia, located in the south of Middle Siberia. The study was conducted based on research materials from the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia on Eroded Soils, SibNIPI of Land Management and Land Reclamation, “Rosgiprozem” and the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Khakassia. Anthropogenic pressure on steppe ecosystems (large plowed areas, unregulated sheep and goat populations), lack of soil protection technology for the development of virgin and fallow lands led to the destruction of vegetation and soil degradation in the 1960s, and currently these factors are the cause of deflation in the foothill steppe of Middle Siberia. Protective 4-row forest strips created from squat elm, hanging birch, poplar, located 300–350 m apart, increase the anti-deflationary stability of the steppe agricultural landscape. In modern conditions, the use of an agroforestry anti-erosion complex (protective forest strips, striped placement of crops, resource-saving soil treatment, reduction of arable land) can reduce the burden on steppe agrolandscapes.

**Key words:** steppe, agricultural landscape, anthropogenic conditions, soil, erosion, deflation

**For citation:** Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Martynova M.A., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. Degradation of soils in the steppe agrolandscapes of Middle Siberia. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 114–121 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121>

## Введение/Introduction

Изучение влияния эрозии почв на ранних стадиях цивилизаций показало, что главной причиной упадка многих процветавших государств была деградация почв [1]. Примеры из истории за 7000 лет ясно говорят об опасности эрозии, однако важность проблемы доходит до умов человечества еще очень медленно [2]. «Веками множится проблема деградации сельскохозяйственных земель в степи. Найти правильный выход... пути решения проблем — актуальная государственная задача» [3].

Более 100 лет назад В.В. Докучаев отмечал «эксплуатацию и расхищение природных богатств русской земли, ...необходимость для поднятия земледелия доброй воли и просвещенного взгляда на дело и любви к земле...» [4].

В современных социально-экономических условиях, по мнению М.К. Сулейменова: «Мир озабочен набирающим устрашающий ход процессом опустынивания...» [5]. Деградация агроландшафтов на больших площадях отмечается в европейской и азиатской частях страны [6–9].

В настоящее время в Ставропольском крае угроза ветровой эрозии существует на площади 87% пашни [10], Оренбургской области из общей площади — 85% [11], Республики Хакасия — 82% [9].

Одним из способов защиты сельскохозяйственных угодий от деградации является создание полевых защитных лесных полос. Система полевых защитных лесных полос (ПЗЛП) — это действующий искусственно созданный каркас территории [12–15].

Земледелие в начале XXI столетия в засушливых степных агроландшафтах развивается в сложных социально-экономических и экологических условиях.

В настоящее время для сохранения земельных ресурсов, плодородия почв засушливых степных агроландшафтов необходимо разработать и освоить агролесомелиоративные противоэрозионные комплексы с учетом современных условий.

*Цель исследований* — агроэкологическая устойчивость почв степной зоны в 60-х гг. прошлого века и в современных условиях для обоснования подходов к предотвращению опустынивания агроландшафтов.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объекты исследований — технологии и подходы к использованию земель сельскохозяйственного назначения, деградация почв агроландшафтов в 1960-х гг. и начале XXI в. в предгорно-степном районе Республики Хакасия Российской Федерации, расположенной в Средней Сибири.

Анализ осуществляли по материалам научных исследований на подверженных дефляции черноземных и каштановых почвах в степной зоне Республики Хакасия во второй половине XX в. (по 2024 г.). Данные брали из отчетов Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии за 1960–2023 гг., Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия, Генеральной схемы противоэрозионных мероприятий Восточно-Сибирского филиала института «Росгипрозем»<sup>1</sup>, крупномасштабного почвенного обследования Научно-исследовательского и проектно-изыскательного института землеустройства и мелиорации земель в границах акционерных обществ «Табатское»<sup>2</sup>, «Бондаревское»<sup>3</sup>, «Означенское»<sup>4</sup> Бейского района Республики Хакасия.

При выполнении исследований использовали статистические и графические методы (метод полевого опыта Б.А. Доспехова<sup>5</sup>, пакет программ AgCStat<sup>6</sup> в виде надстройки Excel). Эродированность определяли по методу Е.И. Шиято<sup>7</sup>.

Химический анализ почв осуществляли в ФГБУ «Станция агрохимической службы “Хакасская”»: органическое вещество<sup>8</sup>, общий азот<sup>9</sup>, валовый фосфор и калий<sup>10</sup>. Образцы для анализа почв отбирали по длине золотого отложения в трехкратной повторности.

Объектом исследований являлась и лесоводственно-мелиоративная оценка полевых защитных лесных полос (ПЗЛП) разного породного состава: 1-я система состояла из 10 лесополос (выбраны 3 объекта), 2-я — из 3 (выбран 1), 3-я — из 3 массивных защитных лесных насаждений (выбран 1 объект), которые выполняли важные противодефляционные, средообразующие и мелиоративные функции. Возраст насаждений 36–41 год.

Системы ПЗЛП находились вблизи населенных пунктов Верх-Киндерла, Будёновка, Бея. Расстояние между полевых защитными лесными полосами — от 300 до 350 м. Схема посадки 3 × 1 м.

<sup>1</sup> Генеральная схема противоэрозионных мероприятий на Хакасскую автономную область Красноярского края. Красноярск: Восточно-Сибирский филиал института «Росгипрозем», 1973.

<sup>2</sup> Крупномасштабное почвенное обследование в границах акционерного общества «Табатское» Бейского района Республики Хакасия. Технический отчет о выполненном почвенном обследовании. Абакан, 1994.

<sup>3</sup> Крупномасштабное почвенное обследование в границах акционерного общества «Бондаревское» Бейского района Республики Хакасия. Технический отчет о выполненном почвенном обследовании. Абакан, 1994.

<sup>4</sup> Крупномасштабное почвенное обследование в границах акционерного общества «Означенское» Бейского района Республики Хакасия. Технический отчет о выполненном почвенном обследовании. Абакан, 1994.

<sup>5</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: КолосС. 1985.

<sup>6</sup> Пакет программ AgCStat в виде надстройки Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов.

<sup>7</sup> Шиятый Е.И. Основы защиты почв от ветровой и водной эрозии. В кн.: Почвозащитная система земледелия. Алма-Ата: Кайнар. 1985; 8–22.

<sup>8</sup> ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.

<sup>9</sup> ГОСТ Р 58596-2019 Почвы. Методы определения общего азота.

<sup>10</sup> ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

Перед выбором объектов исследования проводили рекогносцировочное обследование, а затем определяли типичные места их расположения, закладывали временные пробные площадки, охватывающие всю ширину лесных полос на площади 400 м<sup>2</sup>.

На выбранных объектах обследовали таксационные, лесоводственные, а также мелиоративные показатели насаждений: состав насаждений, средний диаметр и высоту растений, густоту, сомкнутость полога. Определяли степень задернения поверхности почвы, наличие и мощность лесной подстилки. Лесомелиоративные показатели оценивали по интегральной 5-балльной шкале академика Е.С. Павловского<sup>11</sup>. Плотность конструкций защитных лесных насаждений определяли в облиственном состоянии глазомерным методом.

### Результаты и обсуждения / Results and discussion

В XX в. — начале XXI в. в стране произошли крупные общественно-экономические изменения и реформы по использованию земельных ресурсов. Только в первые три года (1954–1956 гг.) в Республике Хакасия были распаханы значительные площади целинных и залежных земель. Площадь посева сельскохозяйственных культур в республике увеличилась в 2,3 раза.

Без учета местных условий и почвенно-эрозийного обследования были освоены легкоподатливые дефляции легкосуглинистых и щебнистых почв.

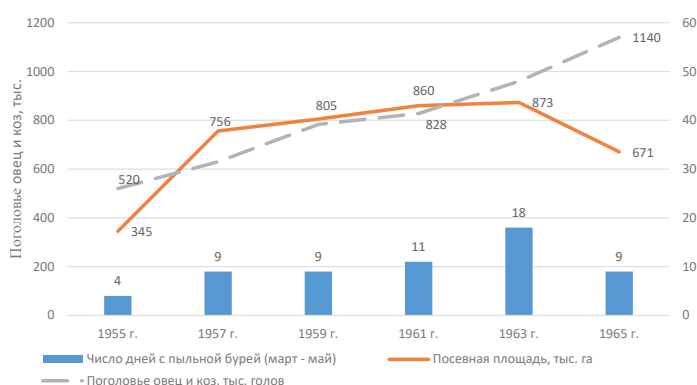
В эти же годы значительно (в 3,3 раза) увеличилось поголовье овец и коз — вторая антропогенная нагрузка на степные пастбища и пашню (рис. 1).

В первые годы освоения целинных и залежных земель дефляция почв проявлялась на незначительной площади. В 1954 году весной отмечены всего 4 дня с пыльными бурями, и они не приносили большего ущерба сельскому хозяйству.

Распашка новых земель в экстремальных природных условиях засушливой степной зоны юга Средней Сибири (с сильными ветрами) значительно усилила эрозионные процессы,

**Рис. 1.** Технология использования земель и проявления пыльных бурь в середине XX в. в степной зоне Средней Сибири

**Fig. 1.** Technology of land use and dust storms in the middle of the 20th century in the steppe zone of Middle Siberia



увеличилось количество дней с пыльными бурями и поземками.

Особенно сильно эрозионные процессы проявлялись в Абакано-Енисейском междуречье, где имеются несколько районов сильного развития дефляции. Среди них отмечается Бейский предгорно-степной почвенно-географический район (табл. 1, рис. 2).

В защите почв от эрозии большое значение имеет соотношение сельскохозяйственных угодий. Максимальная продуктивность может быть получена при соотношении площадей преобразованных и естественных экосистем 40% и 60% [16].

**Рис. 2.** Очаг выдувания почвы. Фото архива научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии. 1978 г. Автор Е.Я. Чебокаков

**Fig. 2.** The center of soil blowing. Photo from the archive of the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia. 1978. Author E.Ya. Chebochakov



**Таблица 1.** Соотношение земельных угодий и доля пашни в хозяйствах Бейского предгорно-степного района  
**Table 1.** The ratio of land use and the share of arable land in the farms of the Beisky foothill-steppe region

| Хозяйство      | Площадь | Доля сельскохозяйственных земель в общей площади | Доля угодий в площади сельскохозяйственных земель, % |           |         | Древесно-кустарниковая растительность |                        | Доля пашни, % |                 |
|----------------|---------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|---------|---------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------|
|                |         |                                                  | пашни                                                | сенокосов | пастбищ | общая залесенность, %                 | в том числе лесополосы | общей площади | в с.-х. угодьях |
| «Табатское»    | тыс. га | 20,3                                             | 11,9                                                 | 1,1       | 7,4     | 6,1                                   |                        |               |                 |
|                | %       | 71,7                                             | 58,5                                                 | 5,5       | 36,0    | 21,5                                  |                        | 42,4          | 58,5            |
| «Бондаревское» | тыс. га | 35,4                                             | 17,0                                                 | 4,7       | 13,7    | 6,5                                   |                        |               |                 |
|                | %       | 57,5                                             | 48,0                                                 | 13,3      | 38,7    | 10,5                                  |                        | 27,6          | 47,9            |
| «Означенское»  | тыс. га | 5,0                                              | 3,9                                                  | 37        | 1,1     | 3,8                                   | 0,01                   |               |                 |
|                | %       | 55,6                                             | 77,5                                                 | 0,7       | 21,8    | 42,2                                  | 0,1                    | 39,4          | 77,5            |

<sup>11</sup> Павловский Е.С. Устройство агролесомелиоративных насаждений. М.: Лесная промышленность. 1973; 128.

Общая площадь территории АО «Табатское» 28,3 тыс. га, из них 20,3 тыс. га занимают сельскохозяйственные угодья, в том числе 11,9 тыс. га — пашня, которая составляет 42,1% от общей территории или 58,5% от сельскохозяйственных угодий.

Следовательно, большая распаханность земель свидетельствует о том, что территория относится к экологически неустойчивой. Кроме того, компактное расположение леса в предгорной зоне, видимо, не оказывает большого влияния на проявление эрозионных процессов на остальной части территории открытой степи.

Аналогичное соотношение угодий отмечается в других хозяйствах предгорно-степного района.

Таким образом, все перечисленные антропогенные факторы, включая уничтожение целинной растительности, защищавшей почву от воздействия сильных ветров при массовом освоении земель, большое поголовье овец, привели к нарушению экологического равновесия и являются главной причиной деградации агроландшафтов в середине XX в. в степной зоне юга Средней Сибири.

Кроме того, при освоении целинных и залежных земель в 1954–1960 гг. здесь использовалась традиционная технология, перенесенная из европейской части страны (обработка почвы плугами, луштыльниками в паровом и других полях на сплошных массивах). Возделывали в основном зерновые культуры (пшеницу, ячмень, овес). Такая технология в течение длительного времени привела к сильному развитию эрозии почв (табл. 2).

Обследование почв через 25 лет (1993–1994 гг.) показало существенное изменение в степени проявления дефляции почв. Так, в АО «Табатское» за длительный период использования земель площадь слабоэродированных почв уменьшилась на 14,0%, среднеэродированных — увеличилась на 1,3%, а сильноэродированных — еще больше (на 12,7%).

Содержание гумуса слабоэродированных почв снизилось на 1%, среднеэродированных и сильноэродированных — на 1–2%.

Такие же изменения за 25 лет произошли в АО «Бондаревское».

Несмотря на исключение сильноэродированных почв из структуры пашни и отсутствия вспашки на 20–22 см из технологических операций, эрозионные процессы отмечаются в паровом поле (табл. 3).

После одной обработки почвы осенью дискатором отмечалась незначительная эродированность (2,6 г / 5 мин).

Стерня при механических обработках в паровом поле полностью заделывается, разлагается (необходимо 100–150 шт/м<sup>2</sup>), почва распыляется, эродированность в 2,6 раза больше, чем при одной обработке.

Расчеты эродированности почвы подтверждаются данными полевых наблюдений. Учеты после сильного ветра 25 марта 2022 года показали, что на разном удалении от края парового поля (1500 × 400 м) фракции почвы > 1 мм на пастбище отложились толщиной от 0,3 до 20 см.

Наибольшая толщина эолового отложения (20 см) отмечалась на удалении 1 м от края парового поля, 3,0–6,5 см — на 50–80 м; 0,3–0,5 см — на 90–100 м, прерывистые небольшие отложения местами — на 110 м, в лесной полосе — меньше 1 см.

Ветровая эрозия наносит огромный ущерб сельскому хозяйству [17, 18], плодородию почв (табл. 4).

Ветром на большие расстояния уносятся тонкопылевая и илистая часть почвы с содержащими в ней элементами питания растений. Об этом свидетельствует одинаковое содержание их в исходной почве и эоловом отложении. Так, содержание физической глины в исходной почве составило 49,08%, в эоловом отложении (на расстоянии 40 м от края поля) — 48,99% (НСП<sub>05</sub> 1,76), валового фосфора, соответственно, 0,27% и 0,23%

Таблица 2. Влияние длительного использования земель на эрозию почв

Table 2. The impact of long-term land use on soil erosion

| Степень эрозии почв | АО «Табатское» |       |               |       |                  | АО «Бондаревское» |       |               |       |                  |
|---------------------|----------------|-------|---------------|-------|------------------|-------------------|-------|---------------|-------|------------------|
|                     | 1968–1969 гг.  |       | 1993–1994 гг. |       | изменения (+, -) | 1964–1965 гг.     |       | 1993–1994 гг. |       | изменения (+, -) |
|                     | тыс. га        | %     | тыс. га       | %     |                  | тыс. га           | %     | тыс. га       | %     |                  |
| Слабая              | 4,4            | 37,9  | 2,1           | 23,9  | -14,0            | 6,4               | 43,9  | 5,5           | 30,8  | -13,6            |
| Средняя             | 5,9            | 50,9  | 4,6           | 52,2  | +1,3             | 4,6               | 31,8  | 9,7           | 53,6  | +21,8            |
| Сильная             | 1,3            | 11,2  | 2,1           | 23,9  | +12,7            | 3,5               | 24,3  | 2,8           | 15,6  | -3,7             |
| Итого               | 11,6           | 100,0 | 8,8           | 100,0 |                  | 14,5              | 100,0 | 18,0          | 100,0 |                  |

Таблица 3. Эродированность почвы при разных обработках и предшественниках, 2022 г.

Table 3. Soil erodibility under different treatments and predecessors, 2022

| Предшественник                             | Фракции > 1 мм, % | Количество стерневых остатков, шт/м <sup>2</sup> | Эродированность, г / 5 мин |
|--------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|
| Пар чистый (4–5 обработок)                 | 59,9              | 0,0                                              | 58,7                       |
| Пшеница (до обработки почвы)               | 90,8              | 247,3                                            | 0,6                        |
| Пшеница (после одной обработки дискатором) | 84,2              | 137,9                                            | 2,6                        |
| НСП <sub>05</sub>                          | 5,89              |                                                  |                            |

Таблица 4. Содержание органического вещества, общего азота, валового фосфора, валового калия и физической глины в почве и золовом отложении, %

Table 4. Content of organic matter, total nitrogen, gross phosphorus, gross potassium, and physical clay in soil and aeolian deposits, %

| Расстояние от края парового поля, м | Органическое вещество, % | Общий азот, % | Общий фосфор, % | Общий калий, % | Физическая глина, % |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|----------------|---------------------|
| Паровое поле                        | 8,26                     | 0,48          | 0,27            | 0,98           | 49,08               |
| 2                                   | 7,15                     | 0,42          | 0,18            | 0,87           | 48,39               |
| 10                                  | 6,87                     | 0,39          | 0,19            | 0,88           | 43,22               |
| 20                                  | 6,91                     | 0,42          | 0,20            | 0,94           | 45,35               |
| 40                                  | 7,07                     | 0,43          | 0,23            | 1,02           | 48,99               |
| 50                                  | 7,28                     | 0,43          | 0,19            | 1,02           | 48,97               |
| НСП <sub>05</sub>                   | 0,27                     | 0,03          | 0,05            | 0,08           | 1,76                |

(НСП<sub>05</sub> 0,05), валового калия — 0,98% и 1,02% (НСП<sub>05</sub> 0,08).

В основном эрозионные процессы (пыльные бури, поземки, золовые отложения) сейчас наблюдаются в паровых полях. Так, в весенне-летний период 2022 г. авторами отмечены 3 дня с пыльными бурями локального характера и поземками. Весной 2023 г. зафиксированы 4 дня с такими бурями и поземками только в паровых полях. Прежде (в 1960–1965 гг.) при отвальной системе обработки почвы пыльные бури проявлялись весной на всех полях севооборотов.

Полезащитные лесные полосы играют большую противозерозионную роль. В 2022 году в лесополосе мелкозема отложилось на расстоянии 2 м от наветренной стороны 10 мм, на расстоянии 3 м — 3 мм, 4 м — 2 мм, 10 м — 2 мм, 20 м — 1 мм, 27 м — 0,5 мм.

Лесоводственно-мелиоративные показатели повсем обследованным ПЗЛП представлены в таблице 5.

В ПЗЛП № 1 санитарное состояние деревьев не везде было удовлетворительным: в одном ряду тополь *Populus* sp. был усыхающим, в следующем — ослабленным, вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) — сильно ослабленным, в другом — ослабленным. Сохранность посадок (57,5%) относилась к средней.

За счет тех рядов, которые имели ослабленное состояние, полезашитная лесная полоса имела хорошую сомкнутость за счет сильно ослабленных растений — необходимые просветы в кронах. В противном случае при полностью здоровом состоянии и 100%-ной сохранности конструкция ПЗЛП была бы плотной. ПЗЛП хорошо выполняла свои мелиоративные функции, несмотря на сильно ослабленное или усыхающее состояние двух рядов.

Тополь и вяз приземистый характеризовались хорошим ростом. Деревья достигали максимальных значений высоты в данных лесорастительных условиях. В наветренных и заветренных рядах и внутри ПЗЛП не обнаружено мелкозема. Дефляция в полях не проявлялась. Степень задернения почвы сильная, злаки являлись доминирующими видами в растительных сообществах. Лесоводственно-мелиоративная оценка ПЗЛП по существующей шкале соответствовала баллу 4а.

Таблица 5. Лесоводственно-мелиоративная оценка систем ПЗЛП в Бейском предгорном степном районе юга Средней Сибири, 2023 г.

Table 5. Forestry and meliorative assessment of protective forest strip systems in the Beisky foothill steppe region of southern Siberia, 2023

| № ПЗЛП           | № ряда | Порода* | Высота деревьев, м | Санитарное состояние деревьев | Сохранность посадок, % | Конструкция лесополос | Лесомелиоративная оценка |
|------------------|--------|---------|--------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1-я система      |        |         |                    |                               |                        |                       |                          |
| 1                | 1      | В       | 13,2±0,6           | сильно ослабленные            | 85                     | ажурно-продуваемая    | 4а                       |
|                  | 2      | Т       | 12,8±1,6           | усыхающие                     | 25                     |                       |                          |
|                  | 3      | Т       | 13,5±1,4           | ослабленные                   | 25                     |                       |                          |
|                  | 4      | В       | 6,4±0,8            | ослабленные                   | 95                     |                       |                          |
| 2                | 1      | В       | 7,8±0,6            | сильно ослабленные            | 45                     | ажурная               | 4а                       |
|                  | 2      | В       | –                  | усыхающие                     | 45                     |                       |                          |
|                  | 3      | В       | –                  | усыхающие                     | 65                     |                       |                          |
|                  | 4      | В       | 8,9±0,2            | ослабленные                   | 65                     |                       |                          |
| 3                | 1      | В       | 9,6±0,1            | ослабленные                   | 70                     | ажурная               | 5а                       |
|                  | 2      | Т       | 13,5±0,8           | ослабленные                   | 78                     |                       |                          |
|                  | 3      | Т       | 15,7±1,2           | сильно ослабленные            | 69                     |                       |                          |
|                  | 4      | В       | 13,3±0,5           | ослабленные                   | 65                     |                       |                          |
| 2-я система ПЗЛП |        |         |                    |                               |                        |                       |                          |
| 4                | 1      | В       | 8,8±0,4            | усыхающие                     | 75                     | ажурно-продуваемая    | 4а                       |
|                  | 2      | Б       | 14,0±0,3           | ослабленные                   | 70                     |                       |                          |
|                  | 3      | Б       | 12,0±0,2           | ослабленные                   | 60                     |                       |                          |
|                  | 4      | В       | 6,8±0,7            | здоровые                      | 55                     |                       |                          |

Примечание: \* В — вяз приземистый, Т — тополь, Б — береза повислая.

В полезашитной лесной полосе № 2 в двух рядах вяз приземистый был усыхающим, в остальных — ослабленным или сильно ослабленным. Деревья этого вида характеризовались хорошим ростом. Конструкция ПЗЛП имела просветы в кронах, не превышающие 35%, и относилась к ажурной. Сохранность посадок средняя — 55%. ПЗЛП полностью выполняла свои мелиоративные функции. В наветренных и заветренных рядах и внутри ПЗЛП не обнаружено мелкозема. Дефляция в полях отсутствовала. Степень задернения почвы сильная, злаки являлись доминирующими видами в растительных сообществах. Мелиоративную

эффективность этой ПЗЛП оценили баллом 4а. Возраст насаждений достиг своего критического состояния. Так как в дальнейшем будет прогрессировать ухудшение санитарного состояния посадок, следует провести реконструкцию насаждений, направленную на омоложение древесных растений.

ПЗЛП № 3 имела лучшие показатели, чем предыдущие, в первую очередь это относилось к санитарному состоянию посадок, в большинстве случаев они были ослабленными. Тополь и вяз приземистый характеризовались хорошим ростом и средней степенью сохранности. При обследовании наветренных, заветренных рядов и внутри ПЗЛП мелкозема не обнаружено. Снегом не фиксировался. Дефляция на полях не отмечена. Злаки являлись доминирующими видами в фитоценозах. Задернение почвы среднее. ПЗЛП хорошо выполняла свои мелиоративные функции. Оценка лесоводственно-мелиоративных показателей насаждения в баллах равнялась 5а. В 2023 году обследована ПЗЛП во второй системе ПЗЛП, находящейся в окрестностях дер. Буденовка.

Первый заветренный ряд, находящийся с северной стороны от ПЗЛП, из вяза приземистого относился к категории «усыхающие». Причиной плохого состояния деревьев могла быть неосторожная обработка гербицидами прилегающих полей в ветреную погоду, что способствовало попаданию какой-то части ядохимикатов на листву.

Среднеарифметическое значение сохранности деревьев в насаждении составляло 65%, поэтому приравнивали к градации «среднее». Отложения мелкозема в ПЗЛП, наветренных и заветренных рядах не обнаружено. Дефляция в полях отсутствовала. Степень задернения почвы средняя. В растительном покрове доминирующими видами являлись злаки. В полевозащитной полосе № 4 береза повислая (*Betula pendula* Roth) и вяз приземистый характеризовались хорошим ростом. Конструкция ПЗЛП относилась к ажурно-продуктивной. ПЗЛП полностью выполняла свои мелиоративные функции. Оценка в баллах равна 4а.

В 2023 году обследовано массивное 27-рядное защитное лесное насаждение шириной 100 м в окрестностях с. Бея Бейского района. Состав насаждения — *Betula pendula*, *Hippophae rhamnoides* L., *Pinus sylvestris* L. Сохранность по рядам варьировала от 5 до 80%, среднее значение — 34,7% (низкий показатель). Высота березы повислой, находящейся в крайнем ряду с северной стороны системы ПЗЛП, равнялась  $13,9 \pm 4,7$  м, в крайнем ряду с южной стороны системы —  $12,3 \pm 0,3$  м. Высота сосны обыкновенной —  $4,2 \pm 0,3$  м. Санитарное состояние насаждений из березы повислой и сосны обыкновенной ослабленное. Конструкция ПЗЛП плотная. Так как состав насаждений для данных лесорастительных условий является оптимальным, древесина растения обладает хорошим ростом, ослаблением санитарным состоянием, то лесоводственно-мелиоративная оценка массива

**Рис. 3.** Агролесомелиоративный противозерозионный комплекс в степи предгорий (КФХ «Трейзе»). Автор Е.Я. Чебоचाков. 2021 г.

**Fig. 3.** Agroforestry erosion control complex in the steppe of the foothills (Peasant farm enterprise "Treize"). Author E.Ya. Chebochakov. 2021



соответствует баллу 4а, несмотря на то что защитные свойства снижены из-за плотной конструкции. Плотная конструкция ПЗЛП ослабляет мелиоративную роль.

В отличие от прошлого (середины XX в.), в настоящее время разработанный и освоенный противозерозионный комплекс, включающий полосное размещение сельскохозяйственных культур, полевозащитные лесные полосы (экологические каркасы степных территорий) и почвозащитные обработки в КФХ «Трейзе» позволяют предотвратить деградацию почв агроландшафтов (рис. 3).

Эффективность противозерозионного комплекса заключается не только предотвращении эрозии и сохранении продуктивности степных агроландшафтов (табл. 6).

Так, прибавка урожайности зерновых культур (пшеницы, овса) и гречихи в среднем за пять лет (2019–2023 гг.) в крестьянско-фермерском хозяйстве (КФХ) «Трейзе», где освоен противозерозионный комплекс с полевозащитными лесными полосами в сочетании с другими почвозащитными приемами, составила 0,3–3,2 ц/га по сравнению с продуктивностью этих культур в Бейском районе.

Такая технология использования земельных ресурсов обеспечила устойчивое развитие хозяйства. При этом противозерозионная устойчивость повысилась. Количество дней с пыльными бурями уменьшилось.

В современных условиях сильно деградированные почвы исключены из пахотных угодий (табл. 7).

Таблица 6. Урожайность сельскохозяйственных культур (2019–2023 гг.), ц/га

Table 6. Yield of agricultural crops (2019–2023), c/ha

| Год     | Зерновые культуры<br>(пшеница, овес) |                  | Гречиха         |                  |
|---------|--------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|
|         | КФХ<br>«Трейзе»                      | Бейский<br>район | КФХ<br>«Трейзе» | Бейский<br>район |
| 2019    | 25,8                                 | 23,3             | 18,4            | 13,1             |
| 2020    | 25,2                                 | 22,5             | 17,2            | 14,7             |
| 2021    | 22,6                                 | 22,0             | 26,5            | 19,7             |
| 2022    | 7,6                                  | 9,9              | 13,0            | 9,2              |
| 2023    | 19,1                                 | 21,2             | 10,9            | 13,2             |
| Среднее | 20,1                                 | 19,8             | 17,2            | 14,0             |

Таблица 7. Влияние технологии использования земель в 1960-х годах и в современных условиях на эрозионные процессы в предгорной степи Республики Хакасия

Table 7. The Impact of Land Use Technology in the 1960s and Modern Conditions on Erosion Processes in the Foothill Steppe of the Republic of Khakassia

| Приемы и условия использования земли            | В период освоения целинных и залежных земель по традиционной технологии (1954–1965 гг.) | После аграрной реформы (2020–2024 гг.) |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Использование сильнодефилированных почв в пашне | использовались                                                                          | не использовались                      |
| Основная обработка почвы                        | отвальная                                                                               | минимальная                            |
| Срок основной обработки почвы                   | осенняя                                                                                 | осенняя, весенняя                      |
| Почвообрабатывающее орудие                      | плуг                                                                                    | дискиатор                              |
| Полезосащитные лесные полосы                    | нет                                                                                     | есть                                   |
| Гербициды                                       | нет                                                                                     | есть                                   |
| Проявление дефляции                             | сильное                                                                                 | слабое                                 |
| Количество дней с пыльной бурей весной          | 18                                                                                      | локально                               |

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет средств Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии — филиала ФИЦ КНЦ СО РАН.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lowdermilk W.C. Conquest of the Land Through 7,000 Years. Agricultural Information Bulletin No. 99. United States Department of Agriculture. 1953; 24.
2. Гудзон Н. Охрана почвы и борьба с эрозией. М.: КолосС. 1974; 304.
3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Проблемы и перспективы земледелия России. Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские агрохимические чтения. Материалы Международной научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2018; 294–302. <https://www.elibrary.ru/yruolp>
4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.; Л.: Сельхозгиз. 1936; 116.
5. Сулейменов М.К. Оценка основных элементов почвозащитной системы земледелия в изменяющихся социально-экономических условиях. Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социально-экономических условиях. Астана: Шортанды. 2003; 8–17.
6. Косолапов В.М., Трофимова И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.Н. Кормопроизводство в сельском хозяйстве и сохранении плодородия почв. Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские агрохимические чтения. Материалы Международной научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2018; 78–84. <https://www.elibrary.ru/mixflf>
7. Гамзиков Г.П. Система No-till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы. Земледелие. 2024; (3): 10–17. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
8. Хлыстун В.Н., Алакоз В.В. О государственном регулировании сельскохозяйственного землепользования. Плодородие. 2022; (3): 61–67. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>

#### Выводы/Conclusions

Уничтожение целинной степной растительности, защищавшей почву от воздействия сильных ветров при освоении земель, привело к нарушению экологического равновесия и деградации степных агроландшафтов в предгорно-степном районе юга Средней Сибири.

Увеличение посевных площадей в 1954–1965 гг. (в 2,3 раза) и поголовье овец и коз (в 3,3 раза) способствовало проявлению пыльных бурь (до 18 дней за весну).

В настоящее время на проявление эрозионных процессов повлияли увеличение посевных площадей сельскохозяйственных культур, традиционная система обработки почвы на сплошных массивах.

Освоение агролесомелиоративного противоэрозионного комплекса, включающего почвозащитные обработки, полосное размещение сельскохозяйственных культур и четырехрядные полезосащитные лесные полосы, созданные из вяза приземистого, березы повислой и тополя с междуполосным расстоянием 300–350 м, уменьшает эрозионные процессы.

Перенос мелкозема ветром с открытого парового поля и эоловое отложение на пастбище составляли от 0,3 до 20 см, в лесной полосе — 0,1–1,0 см.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

#### FUNDING

The research was funded by the Research Institute of Agraric Problems of Khakassia — a branch of the Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

#### REFERENCES

1. Lowdermilk W.C. Conquest of the Land Through 7,000 Years. Agricultural Information Bulletin No. 99. United States Department of Agriculture. 1953; 24.
2. Hudson N. Soil Conservation. Moscow: KolosS. 1974; 304 (in Russian).
3. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Problems and prospects of agriculture in Russia. Soil fertility and agricultural productivity assessment. VIII Siberian Pryanishnikov agrochemical readings. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals. 2018; 294–302 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yruolp>
4. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. Moscow; Leningrad: State Publishing House of Agricultural Literature. 1936; 116 (in Russian).
5. Suleymenov M.K. Assessment of the main elements of the soil protection system of agriculture in changing socio-economic conditions. Development of the ideas of soil-protective agriculture in new socio-economic conditions. Astana: Shortandy. 2003; 8–17 (in Russian).
6. Kosolapov V.M., Trofimova I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.N. Feed production in agriculture and soil fertility preservation. Soil fertility and agricultural productivity assessment. VIII Siberian Pryanishnikov agrochemical readings. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2018; 78–84 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mixflf>
7. Gamzikov G.P. The No-till system in Siberian agriculture: problems, realities and prospects. Zemledelie. 2024; (3): 10–17 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
8. Khlystun V.N., Alakoz V.V. About state regulation agricultural land use. Plodorodie. 2022; (3): 61–67 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>

9. Чебоचाков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы. *Аграрная наука*. 2024; (9): 82–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>
10. Кулинцев В.В. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: АГРУС. 2013; 518. ISBN 978-5-9596-0924-5 <https://www.elibrary.ru/tbgyoz>
11. Скороходов В.Ю., Максюттов Н.А., Зоров А.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Сохранение плодородия и защита почвы от эрозии в степной зоне Южного Урала. *Плодородие*. 2021; (6): 22–25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
12. Грибачева О.В., Черская Н.А., Сотников Д.В. Видовое описание унупак ЛНАУ «Колос». *Вестник аграрной науки*. 2023; (3): 46–54. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2023.3.46>
13. Танюкевич В.В., Рулев А.С., Бородин В.В., Тюрин С.В., Хмелева Д.В., Кваша А.А. Продуктивность и природоохранная роль лесозащитных лесонасаждений *Robinia pseudoacacia* L. Прикубанской равнины. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2020; (6): 88–97. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-6-88-97>
14. Манаенков А.С., Подгаецкая П.М., Попов В.С. Влияние лесозащитных лесных полос на развитие яровой пшеницы в приопушенной зоне посевов. *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2023; (4): 97–106. <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.9>
15. Реймерс Н.Ф. Экология: теория, законы, правила и гипотезы. М.: Журнал «Россия молодая». 1994; 367.
16. Лапенко Н.Г., Хонина О.В., Старостина М.А. Обзор вопросов сохранения степных экосистем. *Аграрная наука*. 2024; (12): 117–124. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-117-124>
17. Завалин А.А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия. *Земледелие*. 2024; (2): 25–29. <https://www.elibrary.ru/djveig>

## ОБ АВТОРАХ

**Егор Яковлевич Чебоचाков<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель группы агролесомелиорации  
echebochakov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

**Александр Артурович Шпедт<sup>2</sup>**

член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор  
fic@ksc.krasn.ru

**Марина Александровна Мартынова<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
artemisiadracun61@mail.ru

**Олег Анатольевич Иванов<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, директор НИИ аграрных проблем Хакасии — филиала ФИЦ КНЦ СО РАН  
niiapkhak@yandex.ru

**Алексей Иосифович Капсаргин<sup>3</sup>**

временно исполняющий обязанности директора  
agrohimi\_19@mail.ru

**Валерий Николаевич Муртаев<sup>1</sup>**

младший научный сотрудник  
valera.murtaev@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Садовая, 5, с. Зелёное, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, 655132, Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Академгородок, 50, Красноярск, 660036, Россия

<sup>3</sup>«РосАгрохимСлужба», ул. Хакасская, 25, Абакан, Республика Хакасия, 655017, Россия

9. Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility. *Agrarian science*. 2024; (9): 82–87 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>

10. Kulintsev V.V. et al. The system of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory. Stavropol: AGRUS. 2013; 518 (in Russian). ISBN 978-5-9596-0924-5 <https://www.elibrary.ru/tbgyoz>

11. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A. Fertility preservation and protection of soil from erosion in the steppe zone of the Southern Urals. *Plodородие*. 2021; (6): 22–25 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>

12. Gribacheva O.V., Cherskaya N.A., Sotnikov D.V. Species description of vegetation of protective forest strips on the farm of UNPAK LNAU «Kolos». *Bulletin of agrarian science*. 2023; (3): 46–54 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2023.3.46>

13. Tanyukevich V.V., Rulev A.S., Borodychev V.V., Tyurin S.V., Khmeleva D.V., Kvasha A.A. Productivity and Environmental Role of Forest Shelterbelts of *Robinia pseudoacacia* L. of the Kuban Lowland. *Russian Forestry Journal*. 2020; (6): 88–97 (in Russian). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-6-88-97>

14. Manaenkov A.S., Podgaetskaya P.M., Popov V.S. Impact of forest shelter belts on the development of spring wheat in the near-edge zone of crops. *Bulletin of the Moscow University. Episode 5: Geography*. 2023; (4): 97–106 (in Russian). <https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.9>

15. Reymers N.F. Ecology: theory, laws, rules, and hypotheses. Moscow: «Rossiya molodaya» Journal. 1994; 367 (in Russian).

16. Lapenko N.G., Honina O.V., Starostina M.A. Overview of issues of conservation of steppe ecosystems. *Agrarian science*. 2024; (12): 117–124 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-117-124>

17. Zavalin A.A. Problems and solutions to the technological development of agriculture. *Zemledelie*. 2024; (2): 25–29 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/djveig>

## ABOUT THE AUTHORS

**Egor Yakovlevich Chebochakov<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Agroforestry Group  
echebochakov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

**Alexander Arturovich Shpedt<sup>2</sup>**

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director  
fic@ksc.krasn.ru

**Marina Alexandrovna Martynova<sup>1</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher  
artemisiadracun61@mail.ru

**Oleg Anatolyevich Ivanov<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Director of the Khakassia Research Institute of Agrarian Problems — Branch of the Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
niiapkhak@yandex.ru

**Alexey Iosifovich Kapsargin<sup>3</sup>**

Acting Director  
agrohimi\_19@mail.ru

**Valery Nikolaevich Murtaev<sup>1</sup>**

Junior Researcher  
valera.murtaev@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

<sup>1</sup>Scientific research institute of agricultural problems of Khakassia — branch of the Federal state budget scientific institution «Federal research center «Krasnoyarsk scientific center of the Siberian branch of the Russian academy of sciences», 5 Sadovaya Str., village Zelenoe, Ust-Abakan district, Republic of Khakassia, 655132, Russia

<sup>2</sup>Krasnoyarsk scientific center of the Siberian branch of the Russian academy of sciences, 50 Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, Russia

<sup>3</sup>«Russian Agrochemical Service», 25 Khakasskaya Str., Abakan, 655017, Russia

# Роль осушаемого агроландшафта и удобрений в формировании продуктивности овса посевного и эффективность его возделывания в условиях Верхневолжья

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В 2022–2024 годах в Тверской области на осушаемых землях изучено влияние агроландшафта и удобрений на продуктивность овса посевного (*Avena sativa* L.) сорта Яков и эффективность его возделывания в зернотравяном севообороте для прогнозирования урожайности овса в отдельных агромикрорландшафтах на разном агрофоне.

**Методы.** Изучение влияния агроландшафта и удобрений на продуктивность овса посевного проводилось в зернотравяном севообороте. Схема опыта: агромикрорландшафты (фактор А) — транзитно-аккумулятивный южного склона; транзитный южного склона; элювиально-транзитный южного склона; элювиально-аккумулятивный (вершина холма); элювиально-транзитный северного склона; транзитный северного склона; транзитно-аккумулятивный северного склона и фон удобрений (фактор В): 1) — контроль ( $N_{30}$ ); 2)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

**Результаты.** Установлено, что внесение полного NPK в дозе 60 кг/га в д. в. под овес способствовало получению максимальной прибавки урожая зерна 0,67 т/га в нижней части северного склона. По урожайности овса, полученной на варианте с применением удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , установлена тесная прямая корреляционная связь с элементами структуры урожая: количеством зерен в метелке ( $r = 0,81$ ), количеством продуктивных стеблей ( $r = 0,78$ ) и весом зерна с 1 метелки ( $r = 0,76$ ). Применение удобрения обеспечило максимальный прирост массы 1000 зерен (5,8 г) на вершине холма и веса зерна с 1 метелки (18,6 %) в верхней части северного склона. Максимальная условная прибыль (31,65 тыс. руб/га) и рентабельность (121,1 %) получены в контрольном варианте в элювиально-транзитном микрорландшафте южного склона.

**Ключевые слова:** агроландшафт, овес, зерно, растение, агрофон, удобрение, экономическая эффективность, структура урожая, осушение

**Для цитирования:** Рублюк М.В., Иванов Д.А. Роль осушаемого агроландшафта и удобрений в формировании продуктивности овса посевного и эффективность его возделывания в условиях Верхневолжья. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 122–128. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-122-128>

# The role of drained agrolandscape and fertilizers in the formation of productivity of oats and the efficiency of its cultivation in the conditions of the Upper Volga region

## ABSTRACT

**Relevance.** In 2022–2024, in the Tver region, on drained lands, the influence of the agrolandscape and fertilizers on the productivity of oats (*Avena sativa* L.) of the Yakov variety and the efficiency of its cultivation in a grain-grass crop rotation were studied to predict the yield of oats in individual agro-microlandscapes on different agricultural backgrounds.

**Methods.** The influence of agrolandscape and fertilizers on the productivity of common oats was studied in a grain-grass crop rotation. Experimental design: agromicrolandscapes (factor A) — transit-accumulative of the southern slope; transit of the southern slope; eluvial-transit of the southern slope; eluvial-accumulative (hilltop); eluvial-transit of the northern slope; transit of the northern slope; transit-accumulative of the northern slope and fertilizer background (factor B): 1) — control ( $N_{30}$ ); 2)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

**Results.** It was found that the application of complete NPK at a dose of 60 kg/ha in the active ingredient under oats contributed to obtaining the maximum increase in grain yield of 0.67 t/ha in the lower part of the northern slope. According to the oat yield obtained in the variant with the use of fertilizers at a dose of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , a close direct correlation was established with the elements of the yield structure: the number of grains in a panicle ( $r = 0.81$ ), the number of productive stems ( $r = 0.78$ ) and the weight of grain from 1 panicle ( $r = 0.76$ ). The use of fertilizer provided the maximum increase in the weight of 1000 grains (5.8 g) at the top of the hill and the weight of grain from 1 panicle (18.6%) in the upper part of the northern slope. The maximum conditional profit (31.65 thousand rubles/ha) and profitability (121.1%) were obtained in the control variant in the eluvial-transit microlandscape of the southern slope.

**Key words:** agrolandscape, oats, grain, plant, agricultural background, fertilizer, economic efficiency, crop structure, drainage

**For citation:** Rublyuk M.V., Ivanov D.A. The role of drained agrolandscape and fertilizers in the formation of productivity of oats and the efficiency of its cultivation in the conditions of the Upper Volga region. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 122–128 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-122-128>

## Введение/Introduction

Овес посевной (*Avena sativa* L.) в условиях Верхневолжья возделывают как в чистом виде, так и в смеси с зернобобовыми культурами. Он является хорошей покровной культурой при введении в севооборот многолетних трав. Фитоценоз посевов овса с травами, возделываемого в осушаемом агроландшафте, имеет более выравненную продуктивность в сравнении с чистыми посевами [1].

Урожайность овса зависит от многих факторов. Известно, что применение минеральных удобрений и микробиологических препаратов способствует получению максимальной прибавки урожая овса и окупаемости удобрений [2].

Исследованиями установлено, что эффективность удобрений на выщелоченном черноземе возрастает с повышением уровня насыщенности пестицидами [3]. При сочетании двух факторов — известкования и удобрения — урожаи зерновых в севообороте значительно повышаются. На продуктивность влияют густота стояния растений и их сохранность к уборке [4].

Самый высокий баланс калия обеспечивает совмещение дискования с применением удобрений и биопрепаратов после сидерата [5]. Многими авторами выявлено, что применение в фазу выметывания метелок овса фиторегулятора повышает содержание в зерне белка. Отмечено влияние на рост и развитие овса и других агротехнических приемов. Основные прибавки или потери урожайности зерна овса зависят от срока сева, уровня азотного питания и характера химической защиты посевов от сорняков. Поздние сроки сева яровых зерновых культур приводят к снижению их урожайности [6–8].

В работах исследователей отмечается, что продуктивность овса изменяется в зависимости от способов обработки почвы и севооборотов. Урожайность овса посевного коррелирует с элементами структуры урожая — массой 1000 зерен и количеством зерен в метелке [9–11].

Продуктивность овса зависит от колебания погодных условий в течение вегетации [12–15]. Однако в литературе недостаточно освещены вопросы влияния ландшафтных факторов на урожайность овса.

**Цель исследований** — установить роль осушаемого агроландшафта и агрофона удобрений на формирование продуктивности овса посевного сорта Яков и эффективность его возделывания в условиях Верхневолжья.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2022–2024 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (г. Тверь, пос. Эммаусс). На участке размещены два зернотравяных

севооборота (овес + травы — травы 1–2-го г. п. — озимая рожь — яровая пшеница).

В первом севообороте (контрольный вариант) вносили минимальное количество азотных удобрений в подкормку ( $N_{30}$  кг / га д. в.) на зерновых культурах. Во втором севообороте (вариант с полным NPK) применяли 60 кг / га д. в. на зерновых культурах в предпосевную культивацию и  $K_{70}$  кг / га д. в. — на травах 1-го года и 2-го года пользования в подкормку. Опытный участок представляет собой вершину холма, склоны и межхолмные депрессии. В его пределах выделили варианты опыта (агромикрорландшафты):

1. Т-Аю — транзитно-аккумулятивный южного склона.
2. Тю — транзитный южного склона.
3. Э-Тю — элювиально-транзитный южного склона.
4. Э-А — элювиально-аккумулятивный (вершина холма).
5. Э-Тс — элювиально-транзитный северного склона.
6. Тс — транзитный северного склона.
7. Т-Ас — транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва опытного участка — дерново-сильнопodzолистая глееватая на морене. Гранулометрический состав на южном склоне и вершине — супесчаный, а на северном склоне — легкосуглинистый.

Агрохимическая характеристика опытного участка: обменная кислотность находится в диапазоне от 5,2 до 4,3 ед. (от слабокислой до кислой); содержание подвижного фосфора высокое и среднее (350–164 мг/кг почвы), обменного калия — среднее и низкое (146–88 мг/кг почвы), органического вещества — от 2,26 до 3,91%, что соответствует средней и высокой степени окультуренности почвы.

Все учеты, наблюдения и измерения, система обработки почвы (зяблевая подготовка и предпосевная обработка), посев и уход за растениями проводили согласно методическим пособиям, принятым в растениеводстве<sup>1</sup>, математическую обработку результатов исследований — методом дисперсионного анализа<sup>2</sup> и с использованием компьютерных программ: Statgrafics, Excel 2007 (США).

В двухфакторном дисперсионном анализе фактором А являются агромикрорландшафты (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас), а фактором В — фон удобрений: 1) контроль ( $N_{30}$ ); 2)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Анализ почвенных и растительных образцов выполняли в лаборатории массовых анализов ВНИИМЗ. Определение содержания в слое 0–20 см подвижных соединений фосфора и калия проводили по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011<sup>3</sup>), содержание гумуса определяли по ГОСТ 26213-2021<sup>4</sup>, pH солевой вытяжки — потенциоме-

<sup>1</sup> Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. М.: Наука. 1967; 180.

<sup>2</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е (стер.). М.: Альянс. 2011; 350.

<sup>3</sup> ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

<sup>4</sup> ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.

трически по ГОСТ 26483-85<sup>5</sup>, содержание легкого гидролизующего азота — по Методическим указаниям (1985 г.)<sup>6</sup>.

Расчет экономической эффективности возделывания овса на зерно проводили по методике, предложенной И.В. Старченко, А.А. Чабанным (2015 г.)<sup>7</sup>.

Агрометеорологические условия вегетационного периода при возделывании овса изменялись по годам исследований. Интенсивность выпадения осадков варьировала в течение вегетационного периода. В начале вегетации растений овса в мае 2022–2024 гг. количество выпавших осадков находилось в пределах от 16 до 56 мм, что составило 63–106% от нормы. Температура воздуха в данный период была в пределах нормы (11–12 °С).

Июнь характеризовался сухой и жаркой погодой. Количество выпавших осадков было в диапазоне от 44 мм (в 2023 г.) до 95 мм (в 2024 г.), что составило 59–122% от нормы соответственно. Температура воздуха была выше нормы на 1,3 °С и 2,6 °С в 2022 г. и 2024 г. соответственно.

В июле отмечали недостаток влаги в 2022 г. и избыток — в 2024-м. Осадков выпало, соответственно, 86% и 136% от нормы. Температура воздуха была выше нормы на 1,4 °С и 2 °С в 2022 г. и 2024 г. соответственно.

Август характеризовался сухой и жаркой погодой по всем годам исследований. Атмосферных осадков выпало 67–85% от нормы, а температура воздуха была выше нормы на 0,9–4,0 °С.

Сумма осадков, выпавших за вегетационные периоды 2022 г., 2023 г. и 2024 г., составила, соответственно, 247 мм, 262 мм и 271 мм, а сумма температур — 1923 °С, 1847 °С и 2015 °С. Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период возделывания овса в 2022 г., 2023 г. и 2024 г. был 1,28, 1,42 и 1,08 соответственно. В 2022 г. и 2023 г. складывались оптимальные условия для роста и развития растений овса.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Овес сорта Яков возделывали в зернотравном севообороте. Предшественником овса была яровая пшеница. Овес являлся покровной культурой для клеверотимофеечной травосмеси. Урожайность зерна овса изменялась в пределах осущаемого агроландшафта в зависимости от фона удобрений и исследуемых лет (табл. 1).

Дефицит выпавших осадков в начале вегетации растений овса и в период образования стеблей (май, июнь) оказал негативное влияние на его урожайность в 2022 году. Урожайность культуры находилась в пределах от 0,95 до 1,49 т/га (на контрольном варианте с применением N<sub>30</sub> кг / га д. в.) и 1,17–2,31 т/га (на агрофоне с полным NPK — 60 кг / га д. в.). В транзитных вариантах южного склона урожайность овса была минимальной, ее снижение в сравнении со средней по агроландшафту составило на контроле и агрофоне с полным NPK 0,31 и 0,51–0,57 т/га соответственно. Максимальная урожайность овса в 2022 г. была получена на контрольном варианте в верхней части склона северной экспозиции (в Э-Тс) — 1,49 т/га, а в варианте с удобрением в нижней части северного склона (в Т-Ас) — 2,23 т/га.

В 2023 году при относительно оптимальных метеоусловиях (ГТК = 1,42) в опыте была получена максимальная урожайность овса по двум агрофонам. В среднем по агроландшафту урожайность зерна овса на контроле и удобренном агрофоне составила 3,25 т/га и 3,57 т/га соответственно. Максимальный ее показатель был получен на южном склоне (в Э-Тю и Тю) на контроле, в Э-Тю на агрофоне с полным NPK и составил, соответственно, 3,79 т/га и 4,20 т/га зерна. Прибавка урожая в сравнении со средней по опыту составила, соответственно, 0,54 т/га и 0,63 т/га.

В 2024 году урожайность овса составила 1,46–2,18 т/га на контроле и 1,46–3,07 на варианте

Таблица 1. Изменение урожайности овса в зависимости от агрофона и агромикрорландшафта за 2022–2024 гг., т/га  
Table 2. Change in oat yield depending on the agrophone and agromicrolandscape for 2022–2024, t/ha

| Агромикрорландшафт<br>(фактор А) | Фон удобрений            |         |         |         |                                                 |         |         |         | Среднее<br>по фактору А |
|----------------------------------|--------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------|
|                                  | контроль N <sub>30</sub> |         |         |         | N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |         |         |         |                         |
|                                  | 2022 г.                  | 2023 г. | 2024 г. | среднее | 2022 г                                          | 2023 г. | 2024 г. | среднее |                         |
| Т-Аю                             | 0,95                     | 2,60    | 1,93    | 1,83    | 1,11                                            | 2,78    | 2,00    | 1,96    | 1,92                    |
| Тю                               | 0,95                     | 3,79    | 1,68    | 2,14    | 1,17                                            | 4,15    | 1,70    | 2,34    | 2,24                    |
| Э-Тю                             | 1,31                     | 3,79    | 1,82    | 2,31    | 2,01                                            | 4,20    | 1,90    | 2,70    | 2,50                    |
| Э-А                              | 1,35                     | 3,68    | 1,67    | 2,23    | 1,59                                            | 4,14    | 1,69    | 2,47    | 2,35                    |
| Э-Тс                             | 1,49                     | 3,25    | 1,46    | 2,07    | 1,75                                            | 3,38    | 1,46    | 2,20    | 2,13                    |
| Тс                               | 1,46                     | 3,05    | 2,18    | 2,23    | 1,79                                            | 3,39    | 3,07    | 2,75    | 2,49                    |
| Т-Ас                             | 1,33                     | 2,55    | 1,74    | 1,87    | 2,31                                            | 2,94    | 2,37    | 2,54    | 2,20                    |
| Среднее<br>по фактору В          | 1,26                     | 3,25    | 1,78    | 2,10    | 1,68                                            | 3,57    | 2,03    | 2,42    | 2,26                    |

Примечание: НСР<sub>05</sub> для частных различий — 0,56, для фактора А — 0,23, для фактора В — 0,12.

<sup>5</sup> ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

<sup>6</sup> Методические указания по определению щелочногидролизующего азота в почве по методу Корнфильда. М.: ЦИНАО. 1985; 9.

<sup>7</sup> Старченко И.В., Чабанный А.А. Методические подходы определения экономической эффективности при производстве зерна // Проблемы современной экономики. Материалы IV Международной научной конференции. 2015; 98–101.

с применением полного NPK. Максимальные значения данного показателя были получены на северном склоне (в Тс) — 2,18 т/га и 3,39 т/га на контроле и удобренном фоне соответственно.

В результате проведенных исследований в 2022–2024 гг. установлено, что урожайность зерна овса в среднем за три года на контрольном варианте варьировала от 1,83 до 2,31 т/га. Максимальная прибавка урожая (0,21 т/га) была получена на южном склоне — в элювиально-транзитном микроландшафте. В нижней части склона южной экспозиции урожайность овса была наименьшей — 1,83 т/га. По другим вариантам урожайность находилась в пределах средней по опыту — 2,07–2,23 т/га.

На варианте опыта с применением полного NPK в дозе 60 кг / га д. в. урожайность зерна овса в среднем за три года составила 1,96–2,75 т/га. Максимальное значение этого показателя (2,75 т/га) было получено в транзитном микроландшафте склона северной экспозиции. Прибавка в сравнении со средней по агроландшафту составила 0,33 т/га. Наиболее низкая урожайность овса (1,96 т/га) была получена на южном склоне — в Т-Аю.

Таким образом, применение минеральных удобрений под овес в дозе 60 кг / га д. в. NPK в сравнении с контролем ( $N_{30}$  д. в.) способствовало получению прибавки урожая овса 0,13–0,67 т/га. Максимальная прибавка урожайности культуры (0,67 т/га, или 35,8%) была получена в нижней части склона северной экспозиции — в Т-Ас. Вариабельность урожайности овса в пределах агроландшафта на контроле составила 14,4%, а на удобренном фоне снижалась до 12,5%.

Установлена корреляция урожайности овса с условиями вегетационного периода с гидротермическим коэффициентом  $r = 0,69$  по двум агрофонам соответственно. Урожайность зависела и от показателей структуры. В опыте установлена тесная прямая корреляционная связь урожайности на удобренном агрофоне с элементами

структуры урожая: количеством зерен в метелке ( $r = 0,81$ ), количеством продуктивных стеблей ( $r = 0,78$ ) и весом зерна с метелки ( $r = 0,76$ ).

Количество продуктивных стеблей растений овса к уборке достоверно не различалось по вариантам опыта и находилось в пределах от 393 до 426 шт/м<sup>2</sup> на контроле, 406–426 шт/м<sup>2</sup> — на фоне удобрений (табл. 2).

Максимальная густота стеблестоя овса (426 шт/м<sup>2</sup>) была сформирована на вершине моренного холма — на удобренном агрофоне, в транзите северного склона — в контрольном варианте. Количество зерен в метелке варьировало от 27 до 39 шт. Максимальное число зерен (39 шт. в метелке) было получено на южном склоне (в Э-Тю) в варианте с применением полного NPK. Прибавка в сравнении с контролем составила 3 шт. зерен с одной метелки. В нижней части южного склона было сформировано наименьшее число зерен в метелке и составило 27 шт. по двум агрофонам. В сравнении со средней по агроландшафту снижение числа зерен здесь составило 18,2% и 22,9% на контроле и удобренном агрофоне соответственно, что оказало влияние на снижение урожайности зерна овса.

Масса 1000 зерен овса составила в среднем по агроландшафту 37,2 г и 38,4 г на контроле и на варианте с применением полного NPK соответственно. Максимальная масса 1000 зерен (38,9 г) была получена в элювиально-транзитном микроландшафте северного склона удобренного агрофона. Масса 1000 зерен овса на удобренном агрофоне возрастала в диапазоне от 0,10 до 2,1 г. Наибольшая прибавка веса зерна овса (5,8 %) была получена на вершине холма на варианте с применением удобрений. Вес зерна с одной метелки варьировал в пределах от 1,03 до 1,39 г на контроле, от 1,04 до 1,54 г — на агрофоне с применением полного NPK.

Максимальный вес зерна овса с одной метелки был получен в Э-Тю (1,54 г) на удобренном фоне, в Тс (1,39 г) — на контроле. В сравнении со средней по агроландшафту увеличение массы зерна с

Таблица 2. Изменение элементов структуры урожая овса посевного в зависимости от агрофона и агроландшафта (в среднем за 2022–2024 гг.)

Table 3. Changes in the elements of the structure of the oat crop depending on the agrophone and agromicrolandscape (on average for 2022–2024)

| Агроландшафт<br>(фактор А) | Количество продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup> |                        | Количество зерен в метелке, шт.                             |                        | Масса 1000 зерен, г                                                            |                        | Вес зерна с одной метелки, г                                   |                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|
|                            | контроль<br>$N_{30}$                               | $N_{60} P_{60} K_{60}$ | контроль<br>$N_{30}$                                        | $N_{60} P_{60} K_{60}$ | контроль<br>$N_{30}$                                                           | $N_{60} P_{60} K_{60}$ | контроль<br>$N_{30}$                                           | $N_{60} P_{60} K_{60}$ |
| Т-Аю                       | 393                                                | 406                    | 27                                                          | 27                     | 38,1                                                                           | 38,2                   | 1,03                                                           | 1,04                   |
| Тю                         | 410                                                | 414                    | 32                                                          | 35                     | 37,1                                                                           | 38,4                   | 1,19                                                           | 1,34                   |
| Э-Тю                       | 413                                                | 417                    | 36                                                          | 39                     | 37,6                                                                           | 38,6                   | 1,37                                                           | 1,54                   |
| Э-А                        | 420                                                | 426                    | 33                                                          | 37                     | 36,4                                                                           | 38,5                   | 1,21                                                           | 1,45                   |
| Э-Тс                       | 413                                                | 416                    | 33                                                          | 37                     | 37,0                                                                           | 38,9                   | 1,23                                                           | 1,46                   |
| Тс                         | 426                                                | 425                    | 37                                                          | 37                     | 37,0                                                                           | 38,0                   | 1,39                                                           | 1,41                   |
| Т-Ас                       | 424                                                | 424                    | 35                                                          | 38                     | 37,1                                                                           | 38,0                   | 1,31                                                           | 1,44                   |
| Среднее                    | 414                                                | 418                    | 33                                                          | 35                     | 37,2                                                                           | 38,4                   | 1,25                                                           | 1,38                   |
| $HCP_{05}$                 | Различия недостоверные                             |                        | $HCP_{05} = 5,9$ ; для фактора А — 4,2; для фактора В — 3,2 |                        | $HCP_{05} = 1,2$ ; для фактора А — различия недостоверные; для фактора В — 0,4 |                        | $HCP_{05} = 0,31$ ; для фактора А — 0,22; для фактора В — 0,11 |                        |

одной метелки составило, соответственно, 11,6% и 11,2%. На варианте с применением полного NPK прибавка массы зерна с одной метелки составила 0,01–0,24 г. Максимальная прибавка зерна овса с одной метелки (19,8%) за счет применения удобрений была получена на вершине холма в элювиально-аккумулятивном микроландшафте.

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур зависит от складывающегося уровня цен на сырье, оборудование, электроэнергию, горючее, сельскохозяйственную продукцию и др. Стоимость полученной валовой продукции зависит от цены ее реализации. Осенью 2024 года стоимость 1 кг зерна овса составила 25 руб. При пересчете на величину урожайности стоимость валовой продукции зерна овса изменялась в пределах от 45,75 тыс. руб. до 68,75 тыс. руб. с 1 га (табл. 3).

Максимальная стоимость валовой продукции овса (68,75 тыс. руб/га) была получена на агрофоне с применением полного NPK в транзитном микроландшафте северного склона. Стоимость полученной продукции на удобренном агрофоне была выше на 3,25–11,0 тыс. руб/га. Наименьшая стоимость полученной продукции (45,75 тыс. руб/га) была на контрольном варианте в микроландшафте южного склона — в Т-Аю.

Затраты на производство 1 га овса включают стоимость семян, ГСМ, удобрений, оплату труда и др. Производственные затраты в опыте составили 24,9–37,7 тыс. руб/га. Максимальные затраты на производство 1 га овса (37,7 тыс. руб/га) были на удобренном агрофоне в транзитном микроландшафте северного склона. В нижней части склона южной экспозиции контрольного

варианта величина данного показателя была наименьшей — 24,9 тыс. руб/га. Вследствие отсутствия удобрений на контрольном варианте отмечено снижение затрат (на 10,8–12,1 тыс. руб/га) в сравнении с агрофоном  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Себестоимость производства 1 ц зерна овса варьировала в пределах от 1,13 тыс. руб. до 1,72 тыс. руб. Наименьшая себестоимость 1 ц зерна (1,13 тыс. руб.) была получена на контрольном варианте в элювиально-транзитном микроландшафте южного склона. На варианте с применением полного NPK себестоимость производства зерна овса была выше в сравнении с контролем, максимальная (1,72 тыс. руб.) — в нижней части южного склона (в Т-Аю).

Условная прибыль исчисляется как разница между стоимостью полученного урожая зерна овса и затратами на его выращивание. Условная прибыль в расчете на 1 га колебалась в пределах от 13,20 тыс. руб. до 31,65 тыс. руб. Максимальная прибыль (31,65 тыс. руб/га) была получена на агрофоне с применением  $N_{30}$  в элювиально-транзитном микроландшафте южного склона. Условная прибыль на 1 рубль затрат колебалась в диапазоне от 0,37 руб. до 1,21 руб.

Эффективность возделывания овса в данном опыте определяет рентабельность, которая представляет собой отношение чистого дохода к затратам, выраженное в процентах. Рентабельность производства зерна овса, возделываемого на дерново-подзолистой почве в осушаемом агроландшафте на разных агрофонах, изменялась в диапазоне от 36,9 до 121,2%.

Максимальный уровень рентабельности производства овса (121,2%) был получен на контрольном

Таблица 3. Изменение показателей экономической эффективности возделывания овса в зависимости от агрофона и осушаемого агроландшафта (в среднем за 2022–2024 гг.)

Table 3. Changes in the economic efficiency indicators of oat cultivation depending on the agricultural background and drained agricultural landscape (on average for 2022–2024)

| Агроландшафт                         | Показатели                                  |                                          |                                                 |                                  |                                    |                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|                                      | стоимость валовой продукции, тыс. руб. / га | производственные затраты, тыс. руб. / га | себестоимость производства 1 ц зерна, тыс. руб. | условная прибыль, тыс. руб. / га | условная прибыль на 1 рубль затрат | рентабельность, % |
| Фон удобрений (контроль) — $N_{30}$  |                                             |                                          |                                                 |                                  |                                    |                   |
| Т-Аю                                 | 45,75                                       | 24,90                                    | 1,36                                            | 20,85                            | 0,84                               | 83,7              |
| Тю                                   | 53,50                                       | 26,18                                    | 1,22                                            | 27,32                            | 1,04                               | 104,3             |
| Э-Тю                                 | 57,75                                       | 26,10                                    | 1,13                                            | 31,65                            | 1,21                               | 121,2             |
| Э-А                                  | 55,75                                       | 25,90                                    | 1,16                                            | 29,85                            | 1,15                               | 115,2             |
| Э-Тс                                 | 50,17                                       | 25,50                                    | 1,23                                            | 24,67                            | 0,96                               | 96,7              |
| Тс                                   | 55,75                                       | 25,90                                    | 1,16                                            | 29,85                            | 1,15                               | 115,2             |
| Т-Ас                                 | 46,75                                       | 25,0                                     | 1,34                                            | 21,75                            | 0,87                               | 87,0              |
| Фон удобрений — $N_{60}P_{60}K_{60}$ |                                             |                                          |                                                 |                                  |                                    |                   |
| Т-Аю                                 | 49,0                                        | 35,73                                    | 1,72                                            | 13,20                            | 0,37                               | 36,9              |
| Тю                                   | 58,50                                       | 37,28                                    | 1,59                                            | 21,22                            | 0,57                               | 56,9              |
| Э-Тю                                 | 67,50                                       | 37,57                                    | 1,38                                            | 29,93                            | 0,80                               | 79,6              |
| Э-А                                  | 67,75                                       | 37,0                                     | 1,49                                            | 30,75                            | 0,83                               | 83,1              |
| Э-Тс                                 | 55,0                                        | 36,33                                    | 1,65                                            | 18,67                            | 0,49                               | 51,4              |
| Тс                                   | 68,75                                       | 37,70                                    | 1,37                                            | 31,05                            | 0,82                               | 82,3              |
| Т-Ас                                 | 63,50                                       | 37,18                                    | 1,46                                            | 26,32                            | 0,71                               | 70,8              |

варианте с применением 30 кг / га д. в. аммиачной селитры в подкормку в фазу кущения культуры в верхней части склона южной экспозиции — в элювиально-транзитном микроландшафте. На варианте с применением НРК в дозе 60 кг / га д. в. рентабельность возделывания культуры составила 36,9–83,1%. Наименьшая в опыте рентабельность производства овса (36,9%) была получена в нижней части южного склона на агрофоне с применением  $N_{60}P_{60}K_{60}$  кг / га д. в.

### Выводы/Conclusions

В результате исследований 2022–2024 гг. установлено, что применение минеральных удобрений под овес в дозе 60 кг / га д. в. НРК обеспечило максимальную прибавку урожая — 0,67 т/га

(35,8%) — в нижней части северного склона (в Т-Ас). Урожайность овса, полученная на варианте с дозой  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , коррелировала с количеством зерен в метелке ( $r = 0,81$ ), количеством продуктивных стеблей ( $r = 0,78$ ) и весом зерна с одной метелки ( $r = 0,76$ ).

Применение полного НРК обеспечило максимальную прибавку веса зерна с одной метелки (18,6%) и наибольшую массу 1000 зерен (38,9 г), соответственно, в элювиально-аккумулятивном и элювиально-транзитном микроландшафтах северного склона в сравнении с контролем. Самая высокая рентабельность производства овса (121,2%) получена на контрольном варианте (с  $N_{30}$ ) в элювиально-транзитном микроландшафте южного склона.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ) (тема № 0439-2022-0017).

### FUNDING

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center "V.V. Dokuchaev Soil Institute" (VNIIMZ) (topic No. 0439-2022-0017).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Д.А., Карасева О.В., Рублюк М.В. Влияние температуры воздуха на урожайность посевов овса в пределах агроландшафта моренного холма. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (3): 61–64. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/3/61-64>
2. Ермолаева В.Г. Изменение химического состава растений овса и накопление в урожае НРК при внесении минерального удобрения, модифицированного биологическим препаратом. *Зерновое хозяйство России*. 2023; (3): 73–79. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-86-3-73-79>
3. Гаркуша А.А., Усенко В.И., Литвинцева Т.А., Кравченко В.И., Пургин Д.В., Щербакоева А.А. Реакция яровой пшеницы и овса на средства интенсификации и приемы обработки каштановых почв на юге Западной Сибири. *Земледелие*. 2021; (7): 30–35. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-30-35>
4. Беленков А.И., Матюк Н.С., Аббас-Убайд А.А.-Г. Приемы возделывания зерновых агроценозов на дерново-подзолистых почвах Центрального района Нечерноземной зоны РФ в зависимости от видов удобрений. *Кормопроизводство*. 2024; (3): 17–26. <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-3--26>
5. Хусайнов Х.А., Тунтаев А.В., Елмурзаева Ф.Д. Обеспеченность подвижным калием чернозема типичного и урожайность ярового овса при основной обработке почвы. *Плдородие*. 2024; (4): 46–50. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.139.10>
6. Новиков Н.Н., Налиухин А.Н., Соколов А.А. Формирование урожая и качества зерна овса в зависимости от режима питания растений и применения фиторегуляторов. *Плдородие*. 2023; (4): 28–33. <https://www.elibrary.ru/suaxbc>
7. Власов А.Г., Халецкий С.П., Булавина Т.М. Принципы интенсификации технологии возделывания овса для производства зерна в Беларуси. *Земледелие и растениеводство*. 2023; (5): 14–18.
8. Горянин О.И. Влияние климата и погодных условий на урожайность зерновых культур в засушливых условиях Поволжья. *Земледелие*. 2024; (4): 19–24. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-4-19-24>
9. Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на урожайность и качество овса в Нижегородской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020; 21(5): 580–588. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.580-588>

### REFERENCES

1. Ivanov D.A., Karaseva O.V., Rublyuk M.V. Influence of air temperature on oat sowings yield in morainic hill agrolandscape. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2022; (3): 61–64 (in Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/3/61-64>
2. Ermolaeva G.V. Chemical composition change of oat plants and the accumulation of NPK in the yield when applying a mineral fertilizer modified with a biological product. *Grain Economy of Russia*. 2023; (3): 73–79 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-86-3-73-79>
3. Garkusha A.A., Usenko V.I., Litvintseva T.A., Kravchenko V.I., Purgin D.V., Shcherbakova A.A. Response of spring wheat and oats, and the means of intensification and methods of processing chestnut and chernozem soils in the south of Western Siberia. *Zemledelie*. 2021; (7): 30–35 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-30-35>
4. Belenkov A.I., Matyuk N.S., Abbas Ubaid A.A.-G. Methods of cultivating grain agrocenoses on soddy-podzolic soils in the Central rayon of the non-chernozem zone RF depending on the types of fertilizers. *Fudder journal*. 2024; (3): 17–26 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-3--26>
5. Khusainov Kh.A., Tuntaev A.V., Elmurzaeva F.D. Supply with mobile potassium of typical chernozem and yield of spring oats under different methods of basic soil tillage with the use of chemization and biologization means. *Plodorodie*. 2024; (4): 46–50 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.139.10>
6. Novikov N.N., Naliuhin A.N., Sokolov A.A. Formation of the yield and quality of oat grain depending on the plant nutrition regime and the use of phyto regulators when growing on sod-podzolic soil. *Plodorodie*. 2023; (4): 28–33 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/suaxbc>
7. Vlasov A.G., Khaletsky S.P., Bulavina N.M. Principales of intensification of oat cultivation technology for grain production in Belarus. *Crop Farming and Plant Growing*. 2023; (5): 14–18 (in Russian).
8. Goryanin O.I. The influence of climate and weather conditions on the yield of grain crops in the arid conditions of the Volga region. *Zemledelie*. 2024; (4): 19–24 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-4-19-24>
9. Ivenin A.V., Sakov A.P. The effect of light-gray forest soil tilling systems on the yield and quality of oat grain in the Nizhny Novgorod region. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020; 21(5): 580–588 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.580-588>

10. Milošević D., Savić S.M., Stojanović V., Popov-Raljić J. Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia). *Italian Journal of Agrometeorology*. 2015; (3): 35–46.

11. Петрова Л.В. Фенотипические корреляции урожайности зерна и их структурных элементов у овса посевного (*Avena sativa* L.) в условиях Центральной Якутии. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2020; 63(4): 75–78. <https://www.elibrary.ru/qexztj>

12. Кондратенко Е.П., Сергеева И.А., Константинова О.Б., Соболева О.М., Редозубова А.Е., Попова Л.В. Анализ урожайности ярового овса, возделываемого в условиях резко континентального климата. *Аграрная наука*. 2024; (8): 161–167. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-161-167>

13. Еремин Д.И., Моисеева М.Н. Получение высоких урожаев овса в Западной Сибири. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2020; (9–1): 59–62. <https://www.elibrary.ru/illvld>

14. Семененко Н.Н. К вопросу повышения устойчивости зерновых культур к неблагоприятным условиям внешней среды (аналитический обзор). *Почвоведение и агрохимия*. 2019; (1): 245–254. <https://www.elibrary.ru/yadctf>

15. Утенков Г.Л., Утенкова Т.И., Власенко А.Н., Котеев С.В. Метод управления ресурсным потенциалом для эффективного возделывания зерновых в агроландшафтах Сибири. *Аграрная наука*. 2022; (4): 62–72. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-62-72>

10. Milošević D., Savić S.M., Stojanović V., Popov-Raljić J. Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia). *Italian Journal of Agrometeorology*. 2015; (3): 35–46.

11. Petrova L.V. Phenotypical correlations of the grain crops and their structural elements of oats sown (*Avena sativa* L.) under conditions of Central Yakutia. *International Agricultural Journal*. 2020; 63(4): 75–78 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qexztj>

12. Kondratenko E.P., Sergeeva I.A., Konstantinova O.B., Soboleva O.M., Redozubova A.E., Popova L.V. Analysis of the yield of spring oats cultivated in a harsh continental climate. *Agrarian science*. 2024; (8): 161–167 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-161-167>

13. Eremin D.I., Moiseeva M.N. Getting high oat yields in Western Siberia. *International journal of humanities and natural sciences*. 2020; (9–1): 59–62 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/illvld>

14. Semenenko N.N. To the question of increasing the sustainability of crops to adverse environmental conditions (analytical review). *Soil Science and Agrochemistry*. 2019; (1): 245–254 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yadctf>

15. Utenkov G.L., Utenkova T.I., Vlasenko A.N., Koteev S.V. Method of resource potential management for efficient grain growing in the agricultural landscapes of Siberia. *Agrarian science*. 2022; (4): 62–72 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-62-72>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Мария Владимировна Рублюк

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела мониторинга состояния и использования осушаемых земель  
2016vniimz-noo@list.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-5319-2614>

##### Дмитрий Анатольевич Иванов

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделом мониторинга состояния и использования осушаемых земель  
<https://orcid.org/0000-0002-2588-272X>

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,  
Пыжевский пер., 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Maria Vladimirovna Rublyuk

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Monitoring the Condition and Use of Drained Lands  
2016vniimz-noo@list.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-5319-2614>

##### Dmitry Anatolyevich Ivanov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Monitoring the Condition and Use of Drained Lands  
<https://orcid.org/0000-0002-2588-272X>

Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,  
7/2 Pyzhevsky pereulok, Moscow, 119017, Russia

## Подпишитесь на печатные выпуски «АГРАРНОЙ НАУКИ» с любого месяца и на любой срок

» В РЕДАКЦИИ по тел. +7 (495) 777-67-67, доб. 1453,  
по [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

» В АГЕНТСТВЕ ПОДПИСКИ  
ООО «Урал-Пресс Округ»  
<https://www.ural-press.ru/catalog/>

» БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА  
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ  
на отраслевом портале  
<https://agrarnayanauka.ru/rassylka-zhurnala/>

» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА  
И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ  
на сайте Научной электронной библиотеки  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)



УДК 632.752.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-129-136

А.А. Шаманин<sup>1</sup> ✉М.Н. Берим<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

✉ lexik\_1@mail.ru

Поступила в редакцию: 17.04.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Шаманин А.А., Берим М.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-129-136

Alexey A. Shamanin<sup>1</sup> ✉Marina N. Berim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Plant Protection, Pushkin, St. Petersburg, Russia

✉ lexik\_1@mail.ru

Received by the editorial office: 17.04.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Shamanin A.A., Berim M.N.

## Тли на посадках картофеля в северной части Архангельской области

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Северные территории наиболее подходят для безвирусного семеноводства картофеля благодаря низкому инфекционному фону и слабой активности тлей — переносчиков вирусной инфекции. Афидофауна Архангельской области изучена слабо. Данная работа является обобщением результатов многолетнего отлова крылатых особей тлей на посадках картофеля.

**Методы.** Крылатых тлей отлавливали желтыми водными ловушками, их идентификацию осуществляли при помощи определителей насекомых.

**Результаты.** За период исследований идентифицированы 43 вида тлей с численностью в различные годы от 61 до 1778 особей. Из них 12 видов обладают способностью к распространению вирусов картофеля: *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Aphis fabae* Scop., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aulocorthum solani* Kalt., *Brevicoryne brassicae* L., *Cavariella aegopodii* Scop., *Hyperomyzus lactucae* L., *Lipaphis erysimi* Kalt., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Metopolophium dirhodum* Walk., *Rhopalosiphum padi* L. и *Sitobion avenae* F. Тли — переносчики вирусов картофеля в ежегодной структуре численности составляли 62–98%, наиболее многочисленны представители видов *A. fabae* Scop., *A. nasturtii* Kalt., *H. lactucae* L., *Rh. padi* L. Полученные сведения позволили оценить регион по степени распространенности тлей — переносчиков вирусной инфекции, находящейся в пределах от низкой (14–22 особи в год на одну ловушку) до средней (415 насекомых на одну ловушку в год). Крылатые тли посещали посадки на протяжении всего периода вегетации картофеля, поэтому в условиях северной части Архангельской области необходимо проведение мероприятий при защите растений картофеля.

**Ключевые слова:** тли, семенной картофель, вирусы картофеля, желтая водная ловушка Мёрике, вредители картофеля, переносчики заболеваний, мониторинг лёта тлей

**Для цитирования:** Шаманин А.А., Берим М.Н. Тли на посадках картофеля в северной части Архангельской области. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 129–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-129-136>

## Aphids on potato plantings in the northern part of the Arkhangelsk region

### ABSTRACT

**Relevance.** Northern territories are most suitable for virus-free potato seed production due to the low infection background and weak activity of aphids that carry viral infections. The aphidofauna of the Arkhangelsk region has been poorly studied. This work is a generalization of the results of many years of catching winged aphids on potato plantings.

**Methods.** Winged aphids were caught with yellow water traps and identified using insect identifiers.

**Results.** During the research period, 43 species of aphids were identified, with populations in different years ranging from 61 to 1778 individuals. Of these, 12 species have the ability to spread potato viruses: *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Aphis fabae* Scop., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aulocorthum solani* Kalt., *Brevicoryne brassicae* L., *Cavariella aegopodii* Scop., *Hyperomyzus lactucae* L., *Lipaphis erysimi* Kalt., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Metopolophium dirhodum* Walk., *Rhopalosiphum padi* L. и *Sitobion avenae* F. Aphid vectors of potato viruses in the annual population structure accounted for 62–98%, the most numerous representatives of the species *A. fabae* Scop., *A. nasturtii* Kalt., *H. lactucae* L., *Rh. padi* L. The obtained data allowed us to assess the region by the prevalence of aphid vectors of viral infection, which ranged from low (14–22 individuals per year per 1 trap) to medium (415 insects per 1 trap per year). Winged aphids visited plantings throughout the entire period of potato vegetation, therefore, in the conditions of the northern part of the Arkhangelsk region, it is necessary to carry out measures to protect potato plants.

**Key words:** aphids, seed potatoes, viral diseases of potatoes, Moericke yellow water trap, potato pests, disease vectors, monitoring of aphid flight

**For citation:** Shamanin A.A., Berim M.N. Aphids on potato plantings in the northern part of the Arkhangelsk region. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 129–136 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-129-136>

## Введение/Introduction

Тли — мелкие насекомые, размеры которых находятся в пределах 2–5 мм. Пищей для тлей служит сок из флоэмных элементов растений, добываемый ими при помощи колюще-сосущего ротового аппарата. В природе насчитываются более 5000 видов тлей, лишь 250 из них отнесены к наиболее эффективным вредителям растений.

Негативное воздействие на растения тли оказывают различным способом. Непосредственно при питании насекомые с помощью стилетов прокалывают ткань, впрыскивают ферментированную слюну для расщепления тканей и через хоботок всасывают богатый питательными элементами сок. В результате у растения нарушается углеводный обмен, наблюдаются скручивание листьев, снижение интенсивности фотосинтеза и газообмена, отмечаются задержка роста и снижение устойчивости к болезням и вредителям.

Тли в процессе жизнедеятельности выделяют сладкую жидкость — медвяную падь, которая привлекает муравьев и других насекомых, грибки и плесень. При этом у растений снижается фотосинтез, они получают различные повреждения, загнивают. Наибольший же вред растениям от тлей заключается в переносе и передаче различных вирусов. Учитывая, что тли обладают высокой плодовитостью и при благоприятных условиях в короткие сроки способны наращивать высокую численность, с их помощью может происходить заражение большого числа растений, в результате чего потери урожая могут достигать 80% [1, 2].

Около 50 вирусов во всём мире заражают картофель, но не все из них наносят серьёзный ущерб. Наиболее вредоносными считаются PVY и PLRV. Широко распространены, но не так опасны PVX, PVS, PVM и PVA. Тем не менее при смешанной инфекции из нескольких видов возникают тяжёлые инфекции, способные снижать урожайность более чем на 40% [3–5].

Тли переносят вирусы персистентно и непersistентно. Вирусную инфекцию картофеля способны переносить более 25 видов тлей. В группу наиболее вредоносных и способных переносить в первую очередь Y-вирус картофеля входят *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Aphis fabae* Scop., *Aphis frangulae* Kalt., *Aphis gossypii* Glov., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aulocorthum solani* Kalt., *Brachycaudus helichrysi* Kalt., *Brevicoryne brassicae* L., *Cavariella aegopodi* Scop., *Hyperomyzus lactucae* L., *Lipaphis erysimi* Kalt., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Metopolophium dirhodum* Walk., *Myzus persicae* Sulz., *Myzus cerasi* F., *Phorodon humuli* Schrk., *Rhopalosiphum padi* L., *Sitobion avenae* F.

Наиболее эффективным видом, способным к переносу вирусной инфекции, является *M. persicae* Sulz. Многие виды тлей имеют predisположенность к переносу двух и более вирусов [6–8].

Видовой состав тлей и их численность зависят от природно-климатических условий местности. Снижение векторной нагрузки тлей отмечается с юга на север, с юга на восток и с востока на север. Так, в картофельных агроценозах Брянской области степень распространённости тлей очень высокая и находится в пределах 800–1300 крылатых особей на одну водную ловушку [9].

Центральная часть России (Московская обл.), восточная и юго-восточная (Кемеровская обл., Республика Татарстан, Республика Казахстан) имеют среднюю степень распространённости переносчиков вирусной инфекции картофеля с максимальной численностью крылатых тлей в пределах 600 особей на одну ловушку [10–13]. К территориям с относительно низкой степенью распространённости тлей, способных к переносу вирусов картофеля, относится Северо-Западный федеральный округ, отловы насекомых составляют 100–200 особей на одну ловушку [14].

Изменения афидофауны в Дальневосточном федеральном округе зональны. Высокая степень распространённости переносчиков вирусов характерна для южной части региона: в Приморском крае численность тлей на одну ловушку составляет до 1100 особей. Амурская область характеризуется средней степенью распространения тлей — переносчиков вирусов картофеля (до 500 особей на ловушку), Хабаровский край и Сахалинская область — относительно низкой степенью (100–200 тлей на ловушку), Камчатский край и Магаданская область — низкой степенью (до 100 особей на ловушку) [15].

Архангельская область территориально расположена на севере европейской части России и занимает площадь 589,913 тыс. км<sup>2</sup>. В силу сложившихся природно-климатических условий регион относится к благоприятным для производства семенного картофеля высоких репродукций.

Имея большую протяжённость территории, Архангельская область занимает сразу три климатических пояса: умеренный, субарктический и арктический. Помимо этого, регион находится в зоне активной циклонической деятельности, отмечаются частые смены воздушных масс, различных по месту своего формирования, температуре и влажности.

Исторически сложилось представление, что северные территории отличаются фитосанитарной чистотой, поэтому афидофауна Архангельской области изучена достаточно слабо. Проводимые в последние годы исследования позволили установить, что в южных районах области на вегетирующие посадки картофеля мигрируют как минимум 30 видов тлей. Из всего видового разнообразия 13 видов тлей являются переносчиками вирусной инфекции<sup>1</sup> [3, 16].

<sup>1</sup> Доклад. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2021 год [электронный ресурс]. Архангельск: САФУ. 2022; 468.

Цель данной работы — изучение афидофауны посадок картофеля с оценкой степени распространенности переносчиков вирусов в северных районах Архангельской области.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Место проведения исследований — Холмогорский район (Архангельская обл.), являющийся одним из северных районов региона. Крылатых тлей отлавливали на вегетирующих посадках картофеля при помощи водных ловушек желтого цвета на протяжении 7 лет — с 2017 по 2023 год включительно [17]. Система защиты посадок картофеля исключала применение инсектицидов.

Ежегодно 18 июня по периметру поля выставляли 4 ловушки, выемку отлова из которых осуществляли каждые 7 дней с последующей фиксацией филтратов в 70%-ном спиртовом растворе. Отлов завершали 27 августа. Видовую идентификацию проводили на фиксированном материале в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»<sup>2,3</sup>.

Район проведения исследований характеризуется различными погодными условиями. Наблюдения показали, что вегетационные периоды в годы отлова крылатых тлей оказались теплее на 0,2–3,0 °C, чем средне многолетние значения (рис. 1, 2).

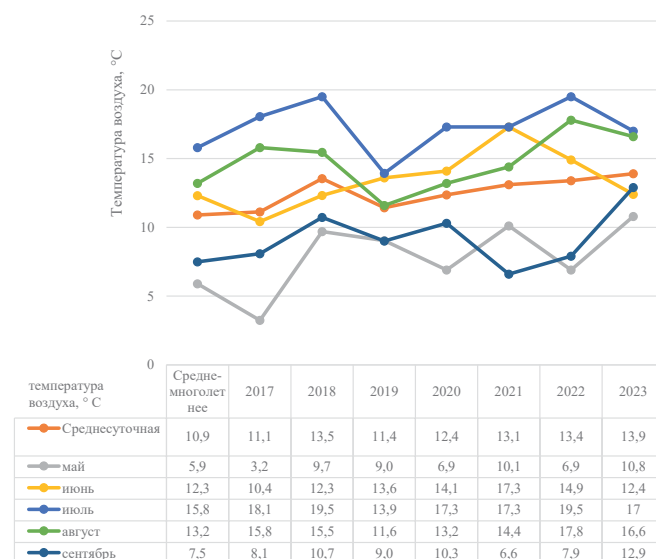
Наиболее холодным оказался 2017 год. Из-за большого количества выпавших осадков в данный год на территории района наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК = 2,7). В последующие годы неравномерное выпадение осадков обусловило различные значения ГТК, характеризующего влагообеспеченность территории. В 2019 г. и 2020 г. условия вегетационного периода оказались приближены к условиям избыточного увлажнения, а в остальные годы — к условиям с хорошим увлажнением.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Всего за семилетний период наблюдений отловлены водными ловушками и идентифицированы 43 вида крылатых тлей (рис. 3). Их общая численность в 2017 году составила 85 особей, в 2018-м — 107, в 2019-м — 63, в 2020-м — 61, в 2021-м — 1778, в 2022-м — 137, в 2023 году — 1121.

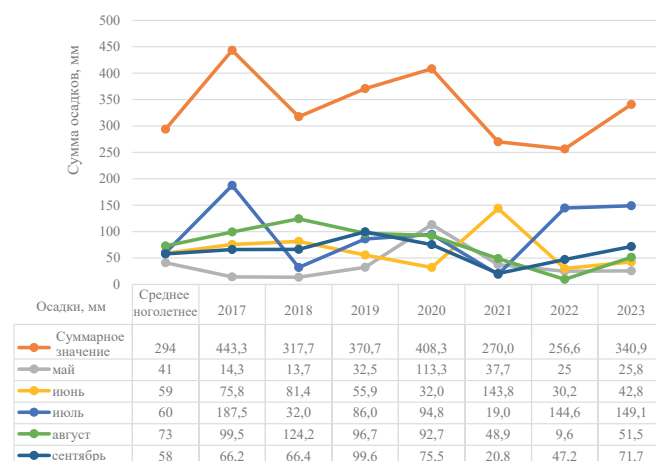
**Рис. 1.** Среднесуточные температуры воздуха периода наблюдений, °C

**Fig. 1.** Average daily air temperatures during the observation period, °C



**Рис. 2.** Суммы осадков, выпавших в течение периода наблюдений, мм

**Fig. 2.** Precipitation amounts during the observation period, mm



**Рис. 3.** Виды тлей, идентифицированные на посадках картофеля в северной части Архангельской области

**Fig. 1.** Species of aphids identified on potato plantings in the northern part of the Arkhangelsk region

|                                          |                                              |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Acyrtosiphum pisum</i> Harr.          | <i>Liosomaphis berberidis</i> Kalt.          |
| <i>Amphorophora rubi</i> Kalt.           | <i>Lipaphis erysimi</i> Kalt.                |
| <i>Anoecia corni</i> F.                  | <i>Macrosiphoniella absinthii</i> L.         |
| <i>Aphis fabae</i> Scop.                 | <i>Macrosiphoniella tanacetaria</i> Gillette |
| <i>Aphis grossulariae</i> Kalt.          | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas         |
| <i>Aphis ideai</i> Goot                  | <i>Macrosiphum rosae</i> L.                  |
| <i>Aphis nasturtii</i> Kalt.             | <i>Megoura viciae</i> Buck.                  |
| <i>Aphis pomi</i> De Geer                | <i>Metopolophium dirhodum</i> Walk.          |
| <i>Aphis sambuci</i> L.                  | <i>Myzaphis rosarum</i> Kalt.                |
| <i>Aulacorthum solani</i> Kalt.          | <i>Myzocallis castanicola</i> Baker          |
| <i>Brachycaudus cardui</i> L.            | <i>Pemphigus</i> spp.                        |
| <i>Brevicoryne brassicae</i> L.          | <i>Pemphigus borealis</i> Tullgr.            |
| <i>Callipterinella tuberculata</i> Heyd. | <i>Phorodon humuli</i> Schrank               |
| <i>Capitophorus elaeagni</i> Guerc.      | <i>Rhopalosiphoninus ribesinus</i> Goot.     |
| <i>Cavariella aegopodii</i> Scop.        | <i>Rhopalosiphum insertum</i> Walk.          |
| <i>Chaitophorus populeti</i> Panz.       | <i>Rhopalosiphum padi</i> L.                 |
| <i>Cinara costata</i> L.                 | <i>Sipha</i> spp.                            |
| <i>Criptomyzus ribis</i> L.              | <i>Sitobion avenae</i> F.                    |
| <i>Hyalopterus pruni</i> Geoffr.         | <i>Therioaphis trifolii</i> M.               |
| <i>Hyperomyzus lactucae</i> L.           | <i>Tuberculatus annulatus</i> Hart.          |
| <i>Hyperomyzus picridis</i> Börn         | <i>Trama</i> spp.                            |
| <i>Lachnus</i> spp.                      |                                              |

<sup>2</sup> Шапошников Г.Х. Подотряд Aphidinea — тли. Определитель насекомых европейской части СССР. 1964; 1: 489–616.

<sup>3</sup> Remaudiee G., Seco Fernandez M.V. Claves de pulgones alados de la region Mediterranea. Universidad de Leon. 1990; (2): 205.

В ходе мониторинга лёта тлей на посадках картофеля отмечается ежегодное увеличение отлавливаемых видов тлей. Так, если в 2017 г. в ловушках идентифицированы всего 7 видов тлей за период мониторинга, то отловы в 2023 году представлены 37 видами. Причинами таких изменений в первую очередь послужили погодные условия. Прослеживается сильная зависимость количества идентифицированных видов от среднесуточных температур воздуха (коэффициент корреляции ( $r$ ) составил 0,7). При этом зависимость количества видов от температуры воздуха заметна в мае ( $r = 0,5$ ), а в июне зависимость снизилась до слабой ( $r = 0,2$ ). Заметное влияние на видовое разнообразие тлей оказали и осадки ( $r = 0,5$ ), однако их влияние в мае было слабым ( $r = 0,2$ ), а в июне умеренным ( $r = 0,4$ ).

Погодные условия оказывают влияние на тлей не только напрямую, но и косвенно, через пищу. Повышенные температуры воздуха в мае способствуют более раннему началу вегетации растений, что обеспечивает тлей питанием, повышает их активность. Когда кормовые растения становятся непригодными для питания, тли мигрируют в поисках новых источников пищи, в том числе и на картофель.

В первый год исследований (2017 г.) среднесуточные температуры воздуха вегетационного периода составили 11,1 °C при среднесуточной температуре в мае и июне 3,2 °C и 10,4 °C соответственно. Данный год отмечался как самый холодный с избыточным увлажнением. Холодная погода ограничивала активность тлей, начало миграции которых на картофель отмечено в начале июля, когда среднесуточная температура воздуха поднялась в среднем до 18 °C.

Значительное увеличение видового разнообразия в отловах началось с 2021 г., когда в сравнении с предыдущими периодами количество идентифицированных видов увеличилось с 10 до 20, а в 2022 г. зафиксировано присутствие на посадках картофеля 24 видов. В 2021 году установилась среднесуточная температура воздуха, превышающая 13 °C, май был теплым (10,1 °C), а июнь — самым тёплым за весь период мониторинга (17,3 °C).

Вегетационный период 2023 года охарактеризовался наибольшей среднесуточной температурой воздуха за все годы наблюдений, составившей 13,9 °C, и самым теплым маем с температурой воздуха 10,8 °C. Ранняя и теплая весна привела к повышенной активности тлей, в результате чего уже в середине июня отмечалась высокая миграция насекомых в поисках пищи.

При всех вышеуказанных условиях ежегодно на посадки картофеля мигрировали всего 5 видов тлей, на протяжении шести лет в ловушки попадал 1 вид, по 2 вида идентифицировали на посадках в течение пяти и четырех лет, 4 вида посещали посадки на протяжении трех лет. Миграционная активность остальных 29 видов

наблюдалась лишь в течение одного (13 видов) и двух (16 видов) лет.

Важным фактором, влияющим на видовое разнообразие тлей, является севооборот. При ежегодной смене места посадки картофеля, даже в границах поля площадью 4 га, изменяются граничащие с полем биоценозы.

Из всех идентифицированных видов тлей лишь 12 способны к переносу вирусной инфекции картофеля: *A. pisum* Harr., *A. fabae* Scop., *A. nasturtii* Kalt., *A. solani* Kalt., *B. brassicae* L., *C. aegopodii* Scop., *H. lactucae* L., *L. erysimi* Kalt., *M. euphorbiae* Thomas, *M. dirhodum* Walk., *Rh. padi* L. и *S. avenae* F. В совокупности данные виды в различные годы составляли от 62 до 98% общей численности. Из всего количества тлей — переносчиков вирусов картофеля ежегодно в ловушки попадали лишь 5 видов: *A. fabae* Scop., *A. nasturtii* Kalt., *A. solani* Kalt., *Rh. padi* L. и *S. avenae* F. Их минимальная численность отмечена в 2020 году — 45 особей, максимальная — 1657 особей (в 2021 г.). В структуре численности эти виды составляли от 33% в 2022 году до 98% в 2017-м.

Тли, способные переносить вирусную инфекцию картофеля, посещали посадки во все годы по-разному (табл. 1). Так, в 2017 году крылатые особи начали попадать в водные ловушки в начале июля, и их лёт продолжался до конца наблюдений, при этом 56 особей из 83 отловлены в августе. В 2018 году насекомых отлавливали на посадках картофеля с начала наблюдений по I декаду июля, со II декады июля и до конца месяца миграция тлей прекращалась, а с начала августа лёт возобновлялся и продолжался до конца отлова. Пик миграционной активности в указанном году отмечен в начале наблюдений, что соответствует всходам и началу ветвления картофеля.

Лёт крылатых тлей — переносчиков вирусов картофеля в 2019 г., 2020 г. и 2022 г. происходил на протяжении всего периода наблюдений, резких колебаний численности в течение вегетации не отмечено, за неделю в ловушки попадали от 2 до 12 насекомых.

Высокая активность тлей и их высокая численность наблюдались в 2021 г. и 2023 г. Насекомые в эти периоды присутствовали на посадках на протяжении всего отлова (отмечены по 2 пика численности). В 2021 году первый пик численности произошел в III декаде июля, второй пришелся на III декаду августа, а в 2023 году пик численности отмечен в III декаде июня и во II декаде июля соответственно.

Увеличение численности тлей — переносчиков вирусов картофеля в 2021 г. и 2023 г. произошло за счет определенных видов. В 2021 году 82% отлова тлей представляли насекомые вида *A. fabae* Scop. (табл. 2). Максимальная активность крылатых особей указанного вида наблюдалась во II декаде июля и III декаде августа.

Еще одним видом с высокой численностью в данный год стал *Rh. padi* L., занимающий 11% в

Таблица 1. Динамика численности тлей, способных к переносу вирусной инфекции картофеля

Table 1. Dynamics of the number of aphids capable of transmitting potato virus infection

| Год   | Период отлова |             |          |          |          |          |             |          |          |          | Всего |
|-------|---------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|-------|
|       | 18–24.06      | 25.06–01.07 | 02–08.07 | 09–15.07 | 16–22.07 | 23–29.07 | 30.07–05.08 | 06–12.08 | 13–19.08 | 20–27.08 |       |
| 2017  | 0             | 0           | 6        | 5        | 12       | 4        | 14          | 18       | 9        | 15       | 83    |
| 2018  | 38            | 21          | 9        | 0        | 0        | 0        | 4           | 3        | 6        | 7        | 88    |
| 2019  | 5             | 2           | 6        | 5        | 7        | 9        | 2           | 7        | 7        | 3        | 53    |
| 2020  | 5             | 5           | 3        | 7        | 6        | 6        | 5           | 9        | 3        | 4        | 53    |
| 2021  | 4             | 11          | 71       | 585      | 134      | 72       | 35          | 44       | 9        | 695      | 1660  |
| 2022  | 12            | 9           | 9        | 7        | 8        | 9        | 3           | 10       | 8        | 9        | 84    |
| 2023  | 92            | 260         | 27       | 174      | 141      | 15       | 38          | 26       | 1        | 5        | 779   |
| Всего | 156           | 308         | 125      | 778      | 296      | 111      | 87          | 99       | 34       | 723      | 2800  |

Таблица 2. Численность тлей — переносчиков вирусов картофеля

Table 2. Number of aphid carriers of potato viruses

| Вид                                       | 2017 г. |     | 2018 г. |     | 2019 г. |     | 2020 г. |     | 2021 г. |     | 2022 г. |     | 2023 г. |     | Всего |     |
|-------------------------------------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
|                                           | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.     | %   | шт.   | %   |
| <i>A. pisum</i> Harr.                     | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 2       | 4   | 1       | 1   | 2       | 2   | 42      | 5   | 47    | 1   |
| <i>A. fabae</i> Scop.                     | 7       | 8   | 19      | 22  | 16      | 30  | 16      | 30  | 1392    | 82  | 10      | 12  | 181     | 22  | 1641  | 58  |
| <i>A. nasturtii</i> Kalt.                 | 33      | 40  | 8       | 9   | 2       | 4   | 3       | 6   | 31      | 2   | 13      | 16  | 13      | 2   | 103   | 3   |
| <i>A. solani</i> Kalt.                    | 34      | 41  | 13      | 15  | 6       | 11  | 5       | 9   | 3       | 1   | 9       | 11  | 3       | 1   | 73    | 2   |
| <i>B. brassicae</i> L.                    | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 10      | 12  | 3       | 1   | 13    | 1   |
| <i>C. aegopodii</i> Scop.                 | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 5       | 6   | 54      | 7   | 59    | 2   |
| <i>H. lactucae</i> L.                     | 0       | 0   | 14      | 16  | 1       | 2   | 2       | 4   | 2       | 1   | 18      | 21  | 424     | 53  | 461   | 16  |
| <i>L. erysimi</i> Kalt.                   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 1       | 1   | 1       | 1   | 2     | 1   |
| <i>M. euphorbiae</i> Thomas               | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 2       | 1   | 2     | 1   |
| <i>M. dirhodum</i> Walk.                  | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 0       | 0   | 3       | 4   | 2       | 1   | 5     | 1   |
| <i>Rh. padi</i> L.<br>черемухово-злаковая | 2       | 3   | 25      | 28  | 19      | 36  | 21      | 40  | 202     | 11  | 6       | 7   | 35      | 4   | 310   | 11  |
| <i>S. avenae</i> F.                       | 7       | 8   | 9       | 10  | 9       | 17  | 4       | 7   | 29      | 2   | 7       | 8   | 19      | 2   | 84    | 3   |
| Всего                                     | 83      | 100 | 88      | 100 | 53      | 100 | 53      | 100 | 1660    | 100 | 84      | 100 | 779     | 100 | 2800  | 100 |

структуре численности переносчиков. Этот вид тлей мигрировал на посадки почти весь период вегетации картофеля, при этом во второй половине вегетации началось волнообразное наращивание численности, закончившееся пиком в III декаде августа.

В 2023 году большую часть отлова занимали крылатые тли видов *H. lactucae* L. (53% в структуре численности) и *A. fabae* Scop. (22% в структуре численности). Насекомых вида *H. lactucae* L. отлавливали с начала отлова. За весь вегетационный период наибольшая активность крылатых тлей указанного вида происходила в III декаде июня и во II декаде июля. Миграция тлей, представляющих вид *A. fabae* Scop., на посадки картофеля произошла с начала наблюдений и длилась до середины августа. Изменения численности происходили волнообразно. Отмечены три пика лёта: в начале III декады июня, в начале второй половины июля и начале августа.

Кроме *H. lactucae* L. и *A. fabae* Scop., 2023 год охарактеризовался увеличением численности и других видов. Отмечена высокая миграционная активность *A. pisum* Harr. Тли посещали посадки картофеля с начала наблюдений до начала II декады августа, пик лёта пришелся на середину июля. Следует отметить, что данный вид начал идентифицироваться в уловах с 2020 г., ежегодно

за период наблюдений отлавливали не более двух особей.

Высокая миграционная активность в 2023 г. отмечена и у *C. aegopodii* Scop. Данный вид попадал в ловушки с начала отлова до начала августа, пик лёта пришелся на конец июня. Прежде данный вид попадал в ловушки лишь в 2022 г. (в количестве 5 шт.).

В 2023 году в ловушки попали две особи вида *M. euphorbiae* Thomas, первичным источником пищи для которого служат картофель и томаты. Присутствие на посадках зафиксировано в начале августа и во II декаде.

В предыдущие годы исследований насекомые данного вида в ловушки не попадали.

*Myzis persicae* Sulz., являющийся самым эффективным переносчиком вирусов картофеля, за весь период исследований не был идентифицирован.

Несмотря на то что статистически значимой зависимости лёта крылатых тлей от метеорологических условий в период вегетации картофеля во все годы исследований не отмечено, причинами всплеск массового размножения послужили высокие значения среднесуточных температур воздуха в мае.

Виды тлей, обуславливающие всплески массового размножения, — многоядные насекомые, для

которых картофель не является основным источником пищи. Так, *A. fabae* Scop. является мигрирующим видом, имеет как первичных, так и вторичных хозяев. Зимуют оплодотворенные яйца на плодовых ветках бересклета европейского, бересклета бородавчатого, калины, жасмина. На первичном хозяине тля дает два поколения, затем мигрирует на вторичного хозяина: бобы, свеклу, картофель, фасоль и другие культуры. Вредитель образует большие колонии, является полифагом, повреждает более 200 культурных и сорных растений. В конце июля при созревании и огрубении свеклы, бобов происходит миграция объекта на сорную травянистую растительность.

Со второй половины августа появляются полonoски, перелетающие на первичного хозяина и дающие начало половому поколению. *R. padi* L. и *H. lactucae* L. являются двудомными видами. У *R. padi* L. оплодотворенные яйца зимуют на молодых побегах черемухи, на первичном хозяине развиваются 3–5 поколений, в конце мая — начале июня появляются крылатые особи, наблюдается миграция насекомых с первичного хозяина на вторичного — злаковые культуры.

Со второй половины августа появляются первые ремигранты. Крылатые самки-полonoски возвращаются на своего первичного хозяина. Оплодотворенные яйца *H. lactucae* L. зимуют возле почек на молодых ветках черной смородины, взрослые самки появляются в конце мая, а в начале июня отмечаются крылатые партеногенетические самки, которые присутствуют в колониях до конца июня. Насекомое быстро развивается и формирует на черной смородине большие колонии. В начале июня происходит миграция на вторичного хозяина — осот и салат. В сентябре имеет место ремиграция обратно на смородину.

Активность вышеуказанных видов напрямую зависит от вегетации первичных хозяев. В 2021 и 2023 гг. весны были ранними и теплыми, среднесуточная температура воздуха при этом составила 10,1 °C и 10,8 °C (выше среднесуточных значений на 4,2 °C и 4,9 °C) соответственно. В результате на первичных хозяевах сформировался большой миграционный потенциал тлей. В 2021 году июнь был теплым и нормально увлажненным.

Исходя из того что источником пищи для *A. fabae* Scop. является большое количество культурных и сорных растений, численность насекомых указанного вида сохранялась на высоком уровне почти весь период вегетации картофеля. В связи с тем что в районе проведения исследований основным направлением в растениеводстве является производство кормов для крупного рогатого скота, севообороты имеют большой клин однолетних кормовых культур на силос, в частности бобово-злаковых травосмесей, которые в свою очередь являются источником пищи для *R. padi* L. Соответственно, весной 2021 г. сформировалась высокая численность насекомых, которые впоследствии мигрировали на злаковые культуры.

После уборки зеленой массы со второй половины июля в поисках пищи насекомые данного вида мигрировали, в том числе и на картофель. В 2023 году наблюдалась повышенная активность *H. lactucae* L. Ранняя и теплая весна спровоцировала накопление большой численности данного вида тлей. Май и июнь в этот год выдались засушливыми (ГТК 0,57 и 0,26), в результате чего отмечались задержки в росте и развитии однолетних и многолетних культур. Тем не менее сложились благоприятные условия для активного роста осота, который является корневищным растением. Соответственно, на осоте до начала III декады июля питались насекомые *H. lactucae* L., после их численность резко упала до единичных особей, а со II декады августа данный вид перестал попадать в ловушки. Кроме того, в 2021 г. на северо-западе России наблюдалась очень низкая численность основного естественного врага тлей *Coccinella septemlineata* L. [18].

Сведения о видовом составе и численности тлей позволяют оценить степень распространенности тлей-переносчиков в конкретном регионе, что характеризует риски распространения вирусной инфекции картофеля. В районе проведения исследований значение данного показателя разнилось. С 2017 по 2020 год, а также в 2022 г. численность тлей-переносчиков на одну ловушку колебалась в пределах 14–22 особей, что указывает на низкую степень распространенности переносчиков [6]. В 2021 году на одну водную ловушку пришлось 415 насекомых, степень распространенности переносчиков — средняя. 2023 год характеризовался относительно низкой степенью распространенности — численность составила 195 тлей на одну водную ловушку.

### Выводы/Conclusions

Установлено, что на вегетирующие посадки картофеля в северной части Архангельской области мигрируют 43 вида тлей. Наибольшей миграционной активностью обладают 6 видов, 5 из которых посещали посадки ежегодно, 1 — на протяжении 6 лет исследований. 29 видов тлей идентифицировали на посадках картофеля в течение одного и двух вегетационных периодов.

Видовое разнообразие тесно связано с погодными условиями, в первую очередь с температурой воздуха. В 2017 году низкие температуры мая и июня ограничивали активность тлей, среднесуточная температура воздуха при этом составила 11,1 °C. За весь вегетационный период в ловушки попали всего 7 видов.

С 2021 года установилась среднесуточная температура вегетационного периода выше 13 °C, в результате ежегодного увеличения миграционной активности насекомых в 2023 году на посадках картофеля идентифицированы 37 видов крылатых тлей.

Из всего видового разнообразия лишь 12 видов обладают способностью к переносу вирусной

инфекции картофеля: *A. pisum* Harr., *A. fabae* Scop., *A. nasturtii* Kalt., *A. solani* Kalt., *B. brassicae* L., *C. aegopodii* Scop., *H. lactucae* L., *L. erysimi* Kalt., *M. euphorbiae* Thomas, *M. dirhodum* Walk., *Rh. padi* L. и *S. avenae* F. Данные виды в разные годы за период вегетации картофеля отлавливали в количестве от 53 до 1660 особей.

В отдельные годы происходило значительное увеличение численности определенных видов тлей: в 2021 году — *A. fabae* Scop. и *Rh. padi* L., в 2023-м — *H. lactucae* L., *A. fabae* Scop., *A. pisum* Harr. и *C. aegopodii* Scop. Этому предшествовали высокие температуры воздуха в мае в указанные годы, провоцировавшие раннее начало вегетации первичных хозяев для тлей, обеспечивая последних пищей и создавая условия для наращивания их высокой численности.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ali J. The Peach Potato Aphid (*Myzus persicae*): Ecology and Management. Boca Raton: CRC Press. 2023; 132. ISBN 9781003400974 <https://doi.org/10.1201/9781003400974>
2. Попова А.А. Типы приспособлений тлей к питанию на кормовых растениях. Л.: Наука. 1967; 291.
3. Анисимов Б.В., Марзоев З.А., Зебрин С.Н., Блинков Е.Г., Грачева И.А. Профилактика вирусных болезней, контролируемых в семеноводстве картофеля. *Защита и карантин растений*. 2022; (9): 27–31. [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2022\\_9\\_27](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_9_27)
4. Kreuze J.F., Souza-Dias J.A.C., Jeevalatha A., Figueira A.R., Valkonen J.P.T., Jones R.A.C. Viral Diseases in Potato. Campos H., Ortiz O. (eds.). The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Cham: Springer. 2020; 389–430. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_11)
5. Kumar R., Tiwari R.K., Sundaresha S., Kaundal P., Raigond B. Potato Viruses and Their Management. Chakrabarti S.K., Sharma S., Shah M.A. (eds.). Sustainable Management of Potato Pests and Diseases. Singapore: Springer. 2022; 309–355. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7695-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7695-6_12)
6. Зыкин А.Г. Вирусные болезни картофеля. Л.: Колос. 1976; 152.
7. Ерохова М.Д. Мониторинг тлей — переносчиков вирусов: международный и российский опыт. *Защита картофеля*. 2016; (2): 24–30. <https://elibrary.ru/xknzgr>
8. Fox A., Collins L.E., Macarthur R., Blackburn L.F., Northing P. New aphid vectors and efficiency of transmission of *Potato virus A* and strains of *Potato virus Y* in the UK. *Plant Pathology*. 2017; 66(2): 325–335. <https://doi.org/10.1111/ppa.12561>
9. Молявко А.А., Жевора С.В., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Ториков В.Е. Мониторинг переносчиков вирусов картофеля. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; (2): 27–34. <https://doi.org/10.52691/2500-2651-2022-90-2-27-34>
10. Васильева С.В., Зейрук В.Н., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Абашкин О.В. Влияние предпосадочной обработки клубней на видовой состав и численность тлей — переносчиков вирусных болезней картофеля в Московской области. *Научные труды по агрономии*. 2022; (2): 13–21. <https://elibrary.ru/ghvyep>
11. Лапшинов Н.А. Распространение вирусной инфекции картофеля в зоне подтайги предгорий Кемеровской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; (1): 32–33. <https://elibrary.ru/ntldml>
12. Сабирова Р.М., Сафиуллина Г.Ф., Ахмадеева З.А., Паутова Г.Г. Векторная активность крылатых тлей на посадках картофеля в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019; 14(4–1): 96–101. <https://elibrary.ru/dhugmc>

Полученные данные позволили оценить степень распространенности переносчиков вирусной инфекции, которая с 2017 по 2020 г., а также в 2022 г. оказалась низкой, в 2021 г. — средней, в 2023-м — относительно низкой. Учитывая, что тли присутствуют на посадках картофеля на протяжении всего периода вегетации картофеля, в систему защиты растений при семеноводстве необходимо включать профилактические и истребительные мероприятия: соблюдение пространственной изоляции, борьбу с сорной растительностью, в том числе и на граничащих с посадками биоценозах, уничтожение или инсектицидную обработку первичных источников пищи для тлей, мониторинг посадок и прилегающей территории для выявления степени заселенности тлями и изоляции очагов, применение инсектицидов согласно регламентам.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### REFERENCES

1. Ali J. The Peach Potato Aphid (*Myzus persicae*): Ecology and Management. Boca Raton: CRC Press. 2023; 132. ISBN 9781003400974 <https://doi.org/10.1201/9781003400974>
2. Popova A.A. Types of adaptations of aphids to feeding on fodder plants. Leningrad: Nauka. 1967; 291 (in Russian)
3. Anisimov B.V., Marzoev Z.A., Zebrin S.N., Blinkov E.G., Gracheva I.A. Prevention for viral diseases, managed in seed potato growing. *Plant protection and quarantine*. 2022; (9): 27–31 (in Russian). [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2022\\_9\\_27](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_9_27)
4. Kreuze J.F., Souza-Dias J.A.C., Jeevalatha A., Figueira A.R., Valkonen J.P.T., Jones R.A.C. Viral Diseases in Potato. Campos H., Ortiz O. (eds.). The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Cham: Springer. 2020; 389–430. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_11)
5. Kumar R., Tiwari R.K., Sundaresha S., Kaundal P., Raigond B. Potato Viruses and Their Management. Chakrabarti S.K., Sharma S., Shah M.A. (eds.). Sustainable Management of Potato Pests and Diseases. Singapore: Springer. 2022; 309–355. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7695-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7695-6_12)
6. Zykin A.G. Virus diseases of potato. Leningrad: Kolos. 1976; 152 (in Russian).
7. Yerokhova M.D. Monitoring of aphid vectors of viruses: international and Russian experience. *Zashchita kartofelya*. 2016; (2): 24–30 (in Russian). <https://elibrary.ru/xknzgr>
8. Fox A., Collins L.E., Macarthur R., Blackburn L.F., Northing P. New aphid vectors and efficiency of transmission of *Potato virus A* and strains of *Potato virus Y* in the UK. *Plant Pathology*. 2017; 66(2): 325–335. <https://doi.org/10.1111/ppa.12561>
9. Molyavko A.A., Zhevara C.V., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Torikov V.E. Potato virus vector monitoring. *Vestnik Bryansk State Agricultural Academy*. 2022; (2): 27–34 (in Russian). <https://doi.org/10.52691/2500-2651-2022-90-2-27-34>
10. Vasilyeva S.V., Zeyruk V.N., Derevyagina M.K., Belov G.L., Abashkin O.V. Influence of pre-planting treatment of tubers on the species composition and number of aphids-carriers of potato viral diseases in the Moscow region. *Scientific works on agronomy*. 2022; (2): 13–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/ghvyep>
11. Lapshinov N.A. Propagation of the virus infection of potatoes in the zone of the Kemerovo province. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2011; (1): 32–33 (in Russian). <https://elibrary.ru/ntldml>
12. Sabirova R.M., Safiullina G.F., Ahmadeeva Z.A., Pautova G.G. Vector activity of winged aphids on potato landings in the conditions of Kama zone of the Republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2019; 14(4–1): 96–101 (in Russian). <https://elibrary.ru/dhugmc>

13. Екатеринбургская Е.М., Тайков В.В., Карпова О.В. Особенности лета крылатых тлей на посадках оздоровленного картофеля, выращиваемого в Костанайском НИИСХ. *Защита картофеля*. 2016; (1): 3–5.  
<https://elibrary.ru/xruwrp>

14. Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Волгарев С.А., Берим М.Н. Видовой состав тлей (*Hemiptera, Aphididae*) на посадках семенного картофеля на северо-западе России. *Энтомологическое обозрение*. 2019; 98(4): 724–740.  
<https://doi.org/10.1134/S0367144519040051>

15. Какарека Н.Н., Толкач В.Ф., Сапоцкий М.В., Волков Ю.Г., Щелканов М.Ю. Насекомые — переносчики вирусных заболеваний картофеля на Дальнем Востоке. *Чтения памяти А.И. Куренцова*. 2019; 30: 191–199.  
<https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.18>

16. Шаманин А.А., Берим М.Н., Корелина В.А., Попова Л.А. Активность тлей — переносчиков вирусов картофеля в Архангельской области. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023; 18(4): 60–66.  
<https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-60-66>

17. Moericke V. Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 1951; (3): 23–24.

18. Шаманин А.А., Берим М.Н. Результаты мониторинга крылатых тлей (*Hemiptera: Aphididae*) на посадках картофеля в условиях северных регионов России. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(5): 697–705.  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.697-705>

13. Yekaterinskaya Ye.M., Taykov V.V., Karpova O.V. Peculiarities of volatile aphides flights at plantations of improved potato cultivated in Kostanay Agricultural Research Institute. *Zashchita kartofelya*. 2016; (1): 3–5 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/xruwrp>

14. Sukhoruchenko G.I., Ivanova G.P., Volgarev S.A., Berim M.N. Species Composition of Aphids (*Hemiptera, Aphididae*) on Seed Potato Plantings in Northwest Russia. *Entomological Review*. 2019; 99(8): 1113–1124.  
<https://doi.org/10.1134/S0013873819080050>

15. Kakareka N.N., Tolkach V.F., Sapotsky M.V., Volkov Yu.G., Shchelkanov M.Yu. Insects-vectors of viral diseases of potatoes in the Russian Far East. *A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings*. 2019; 30: 191–199 (in Russian).  
<https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.18>

16. Shamanin A.A., Berim M.N., Korelina V.A., Popova L.A. Activity of aphid vectors of potato viruses in Archangelsk region. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023; 18(4): 60–66 (in Russian).  
<https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-60-66>

17. Moericke V. Color trap for controlling the flight of aphids, especially the peach leaf vine, *Myzodes persicae* (Sulz.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 1951; (3): 23–24 (in German).

18. Shamanin A.A., Berim M.N. Results of monitoring winged aphids (*Hemiptera: Aphididae*) on potato plantations in the conditions of the Northern region of Russia. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(5): 697–705 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.697-705>

#### ОБ АВТОРАХ

**Алексей Алексеевич Шаманин<sup>1</sup>**

научный сотрудник

lexik\_1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8611-8637>

**Марина Николаевна Берим<sup>2</sup>**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

berim\_m@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6207-4505>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, пр-т Никольский, 20, Архангельск, 163020, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, шоссе Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

**Alexey Alexeevich Shamanin<sup>1</sup>**

Researcher

lexik\_1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8611-8637>

**Marina Nikolaevna Berim<sup>2</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

berim\_m@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6207-4505>

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 20 Nikolsky Ave., Arkhangelsk, 163020, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Plant Protection, 3 Podbelskogo Highway, Pushkin, St. Petersburg, 196608, Russia



**Подпишитесь на Telegram канал ИД «Аграрная наука»**



Еженедельно вы будете получать свежие новости АПК и сельского хозяйства, анонсы отраслевых событий, знакомиться с результатами научных исследований, репортажами и интервью.



**Оформите подписку на информационные e-mail рассылки**



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик будут приходить уведомления о топовых событиях АПК, аналитика, прогнозы, приглашения на выставки и конференции.

**Через наши рассылки вы можете познакомиться со своими товарами и услугами потенциальных клиентов.**

**Связаться с редакцией:**  
**Тел. +7 (495) 777 67 67**  
**(доб. 1453)**  
**agrovetpress@inbox.ru**

УДК 632.937.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-137-145

Р.И. Тараканов<sup>1</sup> ✉П.В. Евсеев<sup>2</sup>С.И. Чебаненко<sup>1</sup>О.А. Савоськина<sup>1</sup>О.Г. Каратаева<sup>1</sup>К.М. Воробьев<sup>1</sup>Ф.С.-У. Джалилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

✉ r.tarakanov@rgau-msha.ru

Поступила в редакцию: 13.04.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И., Савоськина О.А., Каратаева О.Г., Воробьев К.М., Джалилов Ф.С.-У.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-137-145

Rashit I. Tarakanov<sup>1</sup> ✉Peter V. Evseev<sup>2</sup>Svetlana I. Chebanenko<sup>1</sup>Olga A. Savoskina<sup>1</sup>Oksana G. Karatayeva<sup>1</sup>Kirill M. Vorobyov<sup>1</sup>Fevzi S.-U. Dzhaliyov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

✉ r.tarakanov@rgau-msha.ru

Received by the editorial office: 13.04.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Tarakanov R.I., Evseev P.V., Chebanenko S.I., Savoskina O.A., Karataeva O.G., Vorobyov K.M., Dzhaliyov F.S.-U.

# Температурная зависимость активности нового бактериофага в отношении возбудителя сосудистого бактериоза капусты *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

## РЕЗЮМЕ

Сосудистый бактериоз капусты, вызываемый грамотрицательной бактерией *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Хсс), остается значительной угрозой для выращивания капустных, особенно в условиях ужесточения ограничений на применение химических средств защиты растений. В работе представлены результаты характеристики нового бактериофага Murka, активного против 64,3% исследованных штаммов возбудителя, включая циркулирующие в Центральной Европе и России. Модельные эксперименты в мультиканальном биореакторе позволили определить температурную зависимость взаимодействия фага и бактерии в диапазоне 15–45 °С. Установлено, что наибольшая литическая активность и накопление фаговых частиц достигаются при температуре культивирования 20–30 °С. Это указывает на перспективность применения фага Murka в различных климатических зонах. Фаг проявил устойчивость к хлороформу, стабильность в диапазоне pH 6–10 и утрату активности при температурах выше 50 °С. Морфологически Murka относится к роду *Mioviruses*, генетически — к роду *Foxunavirus*. Геном фага длиной 43 277 п. о. содержит 83 ORF-гена, из которых 41 с предполагаемой функцией, а 42 — гипотетические белки. Дополнительные испытания показали, что даже при температурных колебаниях фаг способен эффективно контролировать рост бактерии. Особое внимание уделено возможности использования фага на ранних этапах вегетации растений, например при предпосевной обработке семян, когда условия способствуют максимальной стабильности и эффективности фаготерапии. В дальнейшем планируется проведение *in planta* испытаний в условиях открытого грунта, что позволит определить оптимальные регламенты применения и интеграцию применения фага в комплексную систему защиты капусты от сосудистого бактериоза.

**Ключевые слова:** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, бактериофаг, сосудистый бактериоз, капуста, биоконтроль, температура, *Foxunavirus*

**Для цитирования:** Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И., Савоськина О.А., Каратаева О.Г., Воробьев К.М., Джалилов Ф.С.-У. Температурная зависимость активности нового бактериофага в отношении возбудителя сосудистого бактериоза капусты *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 137–145. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-137-145>

# Temperature dependence of the activity of a new bacteriophage against the causative agent of black rot of cabbage *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

## ABSTRACT

Vascular bacteriosis of cabbage caused by the Gram-negative bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* remains a significant threat to cabbage cultivation, especially in the context of stricter restrictions on the use of chemical plant protection products. The paper presents the results of characterization of the new Murka bacteriophage, which is active against 64.3% of the studied strains of the pathogen, including those circulating in Central Europe and Russia. Model experiments in a multi-channel bioreactor allowed us to determine the temperature dependence of the phage-bacterium interaction in the range of 15–45 °C. It was found that the greatest lytic activity and accumulation of phage particles are achieved at a culture temperature of 20–30 °C. This indicates the promising use of the Murka phage in various climatic zones. The phage showed resistance to chloroform, stability in the pH range of 6–10, and loss of activity at temperatures above 50 °C. Morphologically, Murka belongs to the genus *Mioviruses*, genetically to the genus *Foxunavirus*. The 43,277 bp long phage genome contains 83 ORF genes, of which 41 have a proposed function, and 42 are hypothetical proteins. Additional tests have shown that even with temperature fluctuations, the phage is able to effectively control bacterial growth. Special attention is paid to the possibility of using phage in the early stages of plant vegetation, for example, during pre-sowing seed treatment, when conditions contribute to maximum stability and effectiveness of phage therapy. In the future, it is planned to conduct *in-planta* tests in open ground conditions, which will determine the optimal regulations for the use and integration of phage use into a comprehensive cabbage protection system against vascular bacteriosis.

**Key words:** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, bacteriophage, black rot, cabbage, biocontrol, temperature, *Foxunavirus*

**For citation:** Tarakanov R.I., Evseev P.V., Chebanenko S.I., Savoskina O.A. *et al.* Temperature dependence of the activity of a new bacteriophage against the causative agent of black rot of cabbage *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 137–145 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-137-145>

## Введение/Introduction

Сосудистый бактериоз капусты, вызываемый бактерией *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (далее — Хсс), является одним из наиболее экономически значимых заболеваний капустных культур в мире, особенно в регионах с теплым и влажным климатом [1]. Патоген поражает сосудистую систему растения, вызывая хлороз, увядание и гибель надземных органов, что значительно снижает урожайность и товарные качества продукции [2]. Проблема усугубляется локализацией патогена внутри тканей растения, высокой устойчивостью патогена к ряду химических средств защиты растений, а также отсутствием универсальных сортов с устойчивостью к различным расам Хсс. В последние годы интерес к биологическим методам защиты растений значительно возрос, что связано как с ужесточением норм по применению пестицидов, так и с ростом резистентности возбудителей к традиционным средствам защиты растений [3].

В условиях усиливающихся ограничений на использование пестицидов в растениеводстве особую актуальность приобретают экологически безопасные методы борьбы с бактериальными болезнями, такие как использование бактериофагов — вирусов, избирательно поражающих бактериальные клетки [4]. Применение бактериофагов как элемента интегрированной системы защиты растений рассматривается как перспективный подход, однако остается недостаточно изученным.

Несмотря на ряд успешных примеров использования фагов в защите сои [5], картофеля и других культур, количество работ, посвященных именно фагам возбудителя сосудистого бактериоза капусты, ограничено. Holtappels *et al.* (2022) охарактеризовали новые Хсс-фаги — FoX2 и FoX6, указав на их потенциал как агентов биоконтроля патогена [6]. Weiss *et al.* (1994) описали фаг ХТР1, однако, кроме характеристики биологических особенностей, дальнейшего анализа не проводили [7]. Большинство опубликованных данных носят фундаментальный характер и не учитывают таких критически важных факторов, как температурные колебания в условиях открытого грунта и их влияние на взаимодействие в системе «фаг — бактерия».

Фаги обладают высокой специфичностью к микробной клетке и, проходя репродукцию в ней, не влияют на растения и окружающую среду [5]. Тем не менее эффективность фаготерапии в полевых условиях зависит от множества факторов, среди которых ключевыми являются температура, влажность, УФ-излучение и pH окружающей среды. В отличие от медицинских и ветеринарных объектов, где температура организма-хозяина стабильна, применение фагов в растениеводстве требует учета широких температурных колебаний, особенно при выращивании растений в открытом грунте [8].

Температура оказывает прямое влияние на скорость роста бактерий, активность фагов и

эффективность лизиса [4]. С другой стороны, температурный диапазон в агроценозах варьирует от 10 до 50 °С, и биопрепараты, предназначенные для полевых условий, должны демонстрировать устойчивость к таким колебаниям. В связи с этим возникает необходимость в исследовании температурной зависимости кинетики фаг-бактериального взаимодействия с целью оптимизации условий применения бактериофагов.

*Цель работы* — изучение влияния температуры на активность нового Хсс-фага Murka.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

*Штаммы бактерий.* Штаммы Хсс были выделены из растений семейства капустных (цветная и белокочанная капуста из России, Молдовы, Украины, Беларуси и Нидерландов) и пастушьей сумки (из Японии) с визуальными признаками сосудистого бактериоза в 1957–2017 гг. сотрудниками Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва, Россия) и Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (г. Москва, Россия) или получены из международных микробиологических коллекций.

Поверхность стеблей и побегов дезинфицировали этанолом, некротизированные сосуды вырезали, измельчали в стерильной воде, гомогенизировали и распределяли по поверхности чашек со средой YDC (г/л: дрожжевой экстракт — 10,0, карбонат кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) — 20,0, агар — 15,0, безводная глюкоза — 20,0) [9]. Чашки Петри инкубировали при 26 °С в течение 48 ч. Собирали слизистые колонии с желтой пигментацией, типичные для Хсс, и проводили 3-кратную рекультивацию для получения чистой культуры.

Для первичной характеристики штаммов был проведен тест на гидролиз крахмала в соответствии с Lee *et al.* (2020) с изменениями [10]. Бактериальные изоляты наносили штрихом на чашки Петри с агаром, содержащим 0,2% растворимого крахмала, и инкубировали при 30 °С до начала интенсивного роста. Затем чашки заполняли раствором Люголя (йод — 1 г, калий — 1 г, йодид калия — 2 г, дистиллированная вода — 100 мл), и прозрачные зоны, свидетельствующие о гидролизе крахмала вокруг колоний, были идентифицированы как положительная реакция. Штамм 528Т из Национальной коллекции фитопатогенных бактерий (NCPPB, Йорк, Великобритания) использовали в качестве эталонного штамма. Бактериальные культуры хранили в 15%-ном глицерине при температуре -72 °С для последующих тестов.

Тест на патогенность проводили в соответствии с Nakalova *et al.* (2018) с изменениями [11]. Растения цветной капусты сорта Гарантия (восприимчивый стандарт) выращивали в зимней остекленной теплице при температуре 28/22 °С (14 ч днем / 10 ч ночью), естественной инсоляции и поливали по мере необходимости. Растения выращивали на

торфоперлитовом субстрате («Велторф», Россия) в пластиковых лотках на 40 ячеек (объем ячейки 0,12 л, «Агрофлорапак», Россия) до фазы 3–4 настоящих листьев. Инокуляцию проводили путем прокалывания жилки листа иглой до этого погруженной в бактериальную суспензию в воде с концентрацией  $10^9$  КОЕ/мл.

Суспензии готовили из колоний штаммов, выращенных на среде Кинга Б при 26 °C в течение 48 ч путем суспендирования в стерильной воде, доводя до оптимальной концентрации, измеряя оптическую плотность при 600 нм с помощью спектрофотометра NanoDrop One (Thermo Fisher Scientific, США). В качестве положительного контроля использовали суспензию штамма NCPPB 528T, а в качестве отрицательного контроля — стерильную воду. Каждым штаммом инокулировали по три растения. Регистрацию симптомов проводили на 12-й день после инокуляции. В дальнейшей работе использовали штаммы, которые вызывали типичные симптомы сосудистого бактериоза.

ДНК выделяли из двухдневных культур с использованием набора для выделения ДНК «Фитосорб» («Синтол», г. Москва, Россия) в соответствии с протоколом производителя. Реакционная смесь содержала 5 мкл  $5 \times$  Master-mix ( $5 \times$  MasDDTaqMIX-2025, «Диалат», Россия), 10 пМ каждого праймера, 5 нг ДНК и воду без ДНК до объема 25 мкл. ПЦР-амплификацию проводили в термоциклере T100 (Bio-Rad, США). Для амплификации гена 16S рРНК использовали праймеры rD1 и fD1, описанные в работе Yinur *et al.* (2020) [12] с добавлением двух нуклеотидов к прямому праймеру для увеличения температуры отжига. Ампликоны (размером около 1500 п. о.) были разделены с помощью электрофореза в 1,5%-ном агарозе в присутствии бромистого этидия в  $0,5 \times$  TBE и проанализированы с использованием Gel Doc XR+ (BioRad, США). Продукты ПЦР были выделены и очищены с использованием набора ColGen («Синтол», Россия) в соответствии с рекомендациями производителя. Секвенирование очищенных фрагментов ПЦР проводили на автоматическом секвенаторе DNA Analyzer 3730 с набором BigDye Terminator v3.1 (Thermo Fisher Scientific, США).

**Выделение и характеристика фага Murka.** Бактериофаг Хсс Murka был выделен из образца почвы, взятого на поле, где в 2012 году произошла массовая вспышка сосудистого бактериоза капусты, недалеко от Тирасполя (Приднестровье, Молдова). Фаг размножали с использованием штамма Хсс Tr1 при 26 °C в соответствии с ранее опубликованным протоколом [3]. Лизат обрабатывали хлороформом, а осадок концентрировали центрифугированием при  $8000 \times g$  в течение 20 мин с последующей фильтрацией надосадочной жидкости через мембранные фильтры с размером пор 0,22 мкм (Millex-GV, Millipore, Cork, Ирландия) и впоследствии добавляли ДНКазу I (0,5 мг/мл, 1 ч; «Евроген», Россия) [13].

Фильтраты фагов концентрировали ультрацентрифугированием при  $100\,000 \times g$  при 4 °C в течение 2 ч с использованием ротора Beckman SW28 (Beckman Coulter, США). Очистку фагов проводили ультрацентрифугированием в ступенчатом градиенте CsCl ( $0,5$ – $1,7$  г/мл) при  $22000 \times g$  в течение 2 ч. Фагосодержащую опалесцирующую полосу собирали и подвергали диализу с использованием буфера SM (10 мМ Трис-HCl, pH 7,5, 10 мМ  $MgSO_4$ , 100 мМ NaCl). Суспензию фага хранили при температуре 4 °C.

Для оценки диапазона хозяев среди циркулирующих штаммов Хсс была проведена проверка на фаговую инфекционность в отношении 14 штаммов. Набор штаммов включал один эталонный штамм из коллекции NCPPB и 13 полевых изолятов. Для анализа 5 мкл суспензии фага с титром  $10^7$  БОЕ (бляшкообразующих единиц) / мл вносили на двухслойный агар Кинга Б, содержащий бактериальный штамм, и инкубировали в течение ночи при 26 °C. Наличие литической активности определяли по образованию зон лизиса культуры. Для исключения ложноположительных результатов для образцов с положительной реакцией было проведено титрование фагов.

**Оценка влияния температуры культивирования на кинетику взаимодействия фага и бактерии.** Рост бактерий в присутствии или в отсутствие фага при различных температурах проводили в условиях персонального мультисканального биореактора Biosan RTS-8 (Biosan, Латвия), согласно [14], с модификациями. Для этого 15 мл стерильной жидкой среды Кинга Б и 100 мкл ночной культуральной суспензии штамма Tr1 ( $2,5 \times 10^9$  КОЕ/мл;  $OD_{600} \approx 0,21$ ) асептически переносили в пробирки для культивирования. Затем в пробирки для культивирования добавляли (не добавляли) по 100 мкл суспензии фагов ( $1,2 \times 10^6$  БОЕ/мл при  $MOI = 0,001$ ). Это позволило провести параллельные измерения в пробирках, обе из которых содержали бактерию, а одна — дополнительно фаг, тем самым смоделировав ситуацию, в которой суспензия фага попала на бактерии в растении. Пробирки помещали в биореактор и культивировали при температурах 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C или 45 °C при 1300 об/мин в обратном вращении каждые 3 сек в течение 48 ч,  $OD_{600}$  определяли автоматически каждые 6,5 мин. После отбора образцы очищали с помощью хлороформа и титровали на верхнем агаре с штаммом Tr1 методом серийных разведений. Эксперимент проводили в двух повторностях (по две пробирки для культивирования на вариант).

Кривые роста были построены и использованы для расчета площади под кривыми роста (AUGC-Area under growth curve) с использованием GraphPad Prism 9.2.0 (GraphPad Software Inc., США) согласно [15]. Скорость роста оптической плотности бактерий определяли путем вычисления отношения  $OD$  в конечной точке к  $OD$  в начальной точке логарифмической фазы и

деления на продолжительность логарифмической фазы [16].

**Статистический анализ.** Статистическую обработку данных проводили с использованием метода дисперсионного анализа в программе Statistica 12.0 (StatSoft, США), сравнивая средние значения по критерию Дункана. Графики строили с помощью GraphPad Prism 9.2.0 (GraphPad Software Inc., США).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

**Штаммы бактерий.** Штаммы бактерий были охарактеризованы авторами ранее в работе [17], и их основные характеристики представлены в таблице 1. Референтный штамм *Xcc* NCPPB 528T использовали в качестве эталона для сравнения с местными изолятами *Xcc* во всех экспериментах.

Все отобранные штаммы были: (i) высоковирулентными в отношении восприимчивых растений при искусственной инокуляции; (ii) идентичными штамму *Xcc* NCPPB 528T по морфологии колоний на питательной среде YDC; (iii) положительными в тесте на гидролиз крахмала, который является диагностическим признаком рода *Xanthomonas*; (iv) имели наиболее схожие (> 95%) последовательности фрагментов гена 16S рПНК с соответствующими последовательностями эталонных штаммов *Xcc* в NCBI GenBank. Аннотированные последовательности гена 16S рПНК штаммов *Xcc* были депонированы в NCBI GenBank; регистрационные номера приведены в таблице 1.

**Характеристика *Xcc*-фага Murka.** *Xcc*-специфичный бактериофаг Murka был выделен из образца почвы из Молдовы. Активность выделенного фага была протестирована против ряда штаммов *Xcc*, что привело к лизису 9 из 14

протестированных штаммов *Xcc* (табл. 1). Таким образом, фаг лизировал большинство штаммов возбудителя, циркулирующих в центре европейской части России, за исключением одного штамма из Московской области. Протестированные штаммы из Беларуси, Украины, Нидерландов и Великобритании оказались устойчивыми к фагу Murka.

Фаг Murka почти полностью адсорбировался на клетках штамма-хозяина *Xcc* Tr1 (92,4%) в течение 13 мин при температуре 26 °С и лизировал бактерии в течение 100 мин, образуя  $97 \pm 21$  частицу потомства на инфицированную бактериальную клетку. Было обнаружено, что фаг устойчив к повышенным концентрациям хлороформа: титр незначительно снижался только при 75%-ной концентрации в растворе. Ультрафиолетовое облучение (280–315 нм) снижало жизнеспособность фага пропорционально времени обработки с полным уничтожением через 30 мин. Фаг был стабилен в диапазоне pH 6–10 при 26 °С в течение 1 ч, но быстро терял жизнеспособность при pH 3–5 и 11–12. Инфекционная способность фага Murka значительно снижалась при температурах выше 50 °С. В частности, суспензия фага с концентрацией 107 БОЕ/мл теряла 50% своей жизнеспособности при 50 °С в течение 1 ч. Оптимальная температура длительного хранения фагов составляла около 4 °С.

В стандартных условиях размножения бактерии-хозяина фаг Murka образует небольшие бляшки (Ø1–2 мм) с гладкими границами и неправильной формой. Морфология фага, выявленная с помощью просвечивающей электронной микроскопии, продемонстрировала внешний вид, типичный для *Mioviruses*; капсулы были икосаэдрическими и имели диаметр ~56 нм. Хвост длиной

Таблица 1. Спектр литической активности бактериофага Murka в отношении штаммов *X. campestris* pv. *campestris*  
Table 1. The spectrum of lytic activity of Murka bacteriophage against *X. campestris* pv. *campestris* strains

| № штамма | Название штамма | Дата выделения | Источник (культура и регион)                                  | № последовательности 16S рПНК в NCBI GenBank | Наличие зоны лизиса при взаимодействии с фагом Murka |
|----------|-----------------|----------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1        | BK-55           | 10.2017        | Белокочанная капуста (Краснодарский край)                     | OR626094                                     | +                                                    |
| 2        | CK-71           | 10.2017        | Цветная капуста (Краснодарский край)                          | OR626097                                     | +                                                    |
| 3        | <i>Xcc</i> 1/1  | 09.2017        | Белокочанная капуста (Дмитровский р-н, Московская обл.)       | OR626648                                     | +                                                    |
| 4        | Bes-1           | 09.2016        | Белокочанная капуста (Дмитровский р-н, Московская обл.)       | OR626092                                     | +                                                    |
| 5        | Cas             | 09.2016        | Цветная капуста (Дмитровский р-н, Московская обл.)            | OR626095                                     | +                                                    |
| 6        | Tr1             | 11.2012        | Капуста (Тирасполь, Молдова)                                  | OR626099                                     | +                                                    |
| 7        | DK-1            | 10.2012        | Белокочанная капуста (Серпуховский р-н, Московская обл.)      | OR626096                                     | +                                                    |
| 8        | Ram 3-1         | 10.2012        | Белокочанная капуста (Раменский р-н, Московская обл.)         | OR625211                                     | +                                                    |
| 9        | XU 1-2          | 10.2012        | Белокочанная капуста (Украина)                                | OR644606                                     | –                                                    |
| 10       | Bel-2           | 10.2006        | Белокочанная капуста (Белоруссия)                             | OR626091                                     | –                                                    |
| 11       | Bun-1           | 09.2006        | Белокочанная капуста (Дмитровский р-н, Московская обл.)       | OR626093                                     | –                                                    |
| 12       | Xn-13           | 1997           | <i>Capsella bursa-pastoris</i> (пастушья сумка) (Ано, Япония) | OR626098                                     | +                                                    |
| 13       | 306NZ           | –              | Нидерланды                                                    | OR626090                                     | –                                                    |
| 14       | NCPPB 528T      | 1957           | капуста (Великобритания)                                      | –                                            | –                                                    |

около 108 нм был соединен с головкой через тонкую шейку, и никаких выраженных волокон (шипов) в адсорбционном аппарате обнаружено не было.

Фаг *Xanthomonas* Murka (регистрационный № GenBank OR500351) имеет геном в виде двухцепочечной ДНК, состоящий из 43 277 пар оснований. Содержание GC в геноме составляет 59,6% и равномерно распределено по всей длине генома. Среднее содержание GC в 78 штаммах *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, содержащихся в базе данных NCBI ReSeq, составляет 65,1%, что заметно выше, чем содержание GC в геноме фага. В геноме Murka предсказано 83 гена ORF. 41-му белку были присвоены предполагаемые функции, а 42 гена были аннотированы как кодирующие гипотетические белки. В геноме не было обнаружено ни одного гена tPHK.

Генетический анализ с использованием последовательностей фага Murka показал, что ближайшими родственниками фага являются *Foxnaviruses*. Поиск выявил родственные фаги, инфицирующие бактерии, отличные от *Xanthomonas*, включая фаг *Burkholderia* Mica (род *Micavirus*), фаг *Achromobacter* Mano (род *Manovirus*), фаг *Acinetobacter* Alexa (не классифицирован), фаг *Escherichia* vB\_EcoM-ep3 (род *Jilinvirus*) и фаг *Serratia* MQ-4. Результаты сравнительного анализа геномов показали сходство геномной организации между этими фагами, *Foxnaviruses* и фагом Murka. Полная характеристика фага представлена в предыдущей статье авторов [16].

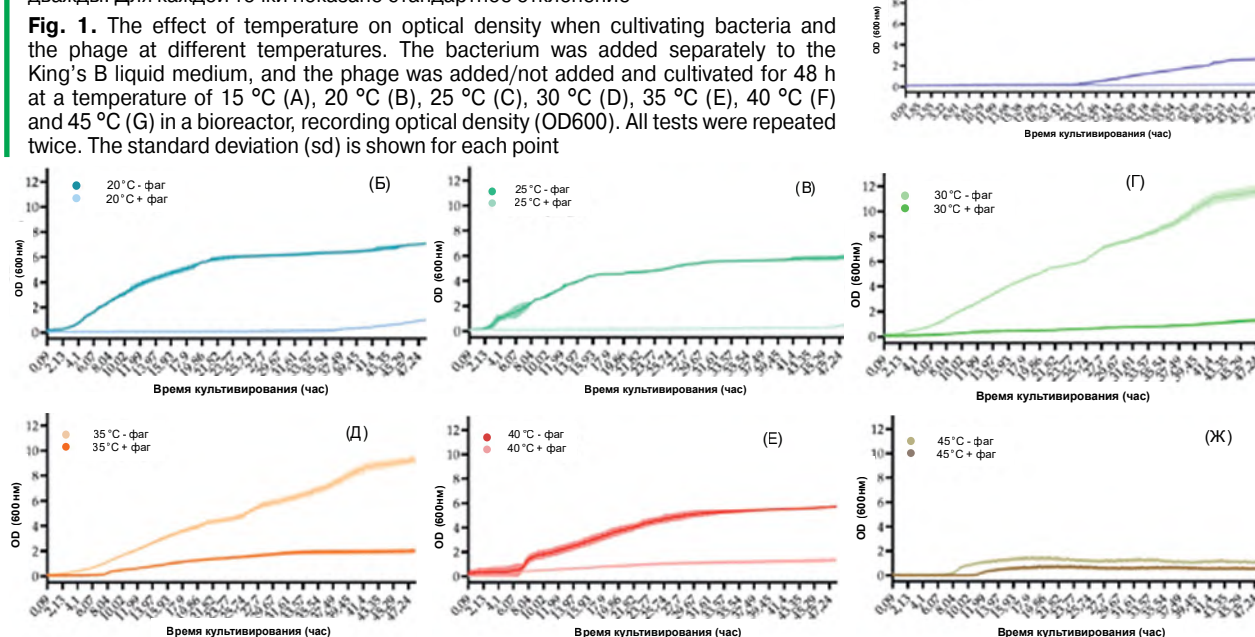
**Влияние температуры культивирования на кинетику взаимодействия фага и бактерии.** Способность фага длительное время существовать в ризосфере или на поверхности растения при различных температурах является важным

технологическим параметром, характеризующим возможное применение фага [18]. Авторами было проведено исследование влияния температуры на кинетику взаимодействия фага с хозяином в модельных экспериментах в условиях биореактора. Во всех вариантах присутствие фага в смеси снижало оптическую плотность бактериальной суспензии при 600 нм, но это различие зависело от температуры. Было показано, что температура является одним из основных факторов роста штамма Tr1. Так, например, самые низкие значения  $OD_{600}$  были получены при культивировании при температурах 15 °C и 45 °C (на пике 2,68 ед. и 1,1 ед.  $OD$  соответственно), в то время как при оптимальных значениях для роста бактерий (30 °C и 35 °C) значения  $OD$  были самыми высокими и находились на пике при 2,68 ед., 11,77 ед. — при температуре 30 °C, 9,3 ед. — при температуре 35 °C (рис. 1).

Анализ площади под кривой (AUGC) показал следующие результаты: максимальные значения показателя наблюдались при культивировании без фага при температуре 30 °C (3055 ед.) и с фагом при температуре 35 °C (648,4 ед.); наименьшие значения наблюдались без фага при температуре 15 °C (466,7 ед.) и с фагом при температуре 15 °C (73,88 ед.) (рис. 2А).

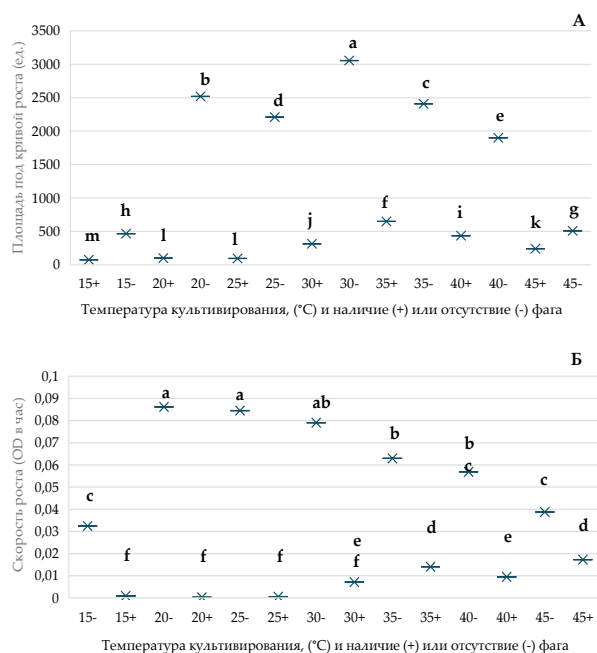
Расчет скорости роста оптической плотности бактерий в логарифмической фазе привел к нескольким интересным результатам. К примеру, максимальные значения показателя наблюдались при культивировании без фага при температуре 20 °C (0,3 ед/ч) и с фагом при температуре 45 °C (0,06 ед/ч); самые низкие значения наблюдались в варианте без фага при температуре 15 °C (0,113 ед/ч) и с фагом при температуре 20 °C (0,001 ед/ч) (рис. 2Б).

**Рис. 1.** Влияние температуры на оптическую плотность при культивировании бактерий и фагов при разных температурах. Бактерию добавляли отдельно в жидкую среду Кинга Б, добавляли (не добавляли) фаг и культивировали в течение 48 ч при температуре 15 °C (А), 20 °C (Б), 25 °C (В), 30 °C (Г), 35 °C (Д), 40 °C (Е) и 45 °C (Ж) в биореакторе, регистрируя оптическую плотность ( $OD_{600}$ ). Все тесты повторяли дважды. Для каждой точки показано стандартное отклонение



**Рис. 2.** Влияние температуры культивирования на площадь под кривой роста (А) и скорость роста в логарифмической фазе (Б). Красные области указывают варианты без добавления фага в раствор, а зеленые — на присутствие фага в растворе для культивирования. Разные буквы указывают на существенные различия в показателях, согласно тесту Дункана, при  $p = 0,05$ . Все тесты были повторены дважды. Для каждой точки указано стандартное отклонение

**Fig. 2.** Effect of cultivation temperature on the area under the growth curve (A) and growth rate in the logarithmic phase (B). The red areas indicate variants without adding the phage to the solution, and the green areas indicate the presence of the phage in the culture solution. Different letters indicate significant differences in values, according to Duncan's test, at  $p = 0.05$ . All tests were re-peated twice. The standard deviation (sd) is shown for each point

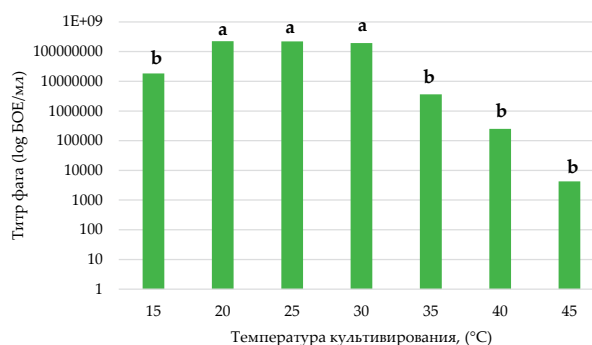


Температура влияла на накопление вирусных частиц в растворе с течением времени. Эксперименты показали, что самые высокие значения титра фага наблюдались при температурах культивирования 20 °C, 25 °C и 30 °C. При других температурах конечный титр фага резко снижался по сравнению с 20 °C, на 91,7% — при 15 °C, на 99,9% — при 45 °C (рис. 3). Таким образом, было показано, что для фага Murka оптимальные температуры для размножения находятся в диапазоне 20–30 °C.

**Обсуждение.** Сосудистый бактериоз капусты, вызываемый Хсс, является одним из наиболее известных бактериальных заболеваний растений, приводящим к потере урожая и качества капустных культур. В настоящее время борьба с болезнью носит комплексный характер [1]. Следуя тенденции к сокращению использования пестицидов при производстве растениеводческой продукции и необходимости повышения качества продукции, актуальная задача состоит в разработке и внедрении новых методов защиты растений. Недавно были предложены альтернативные методы борьбы с Хсс, включающие использование индукторов устойчивости совместно с бактериями-антагонистами, растительными пестицидами и РНК-интерференцией [19].

**Рис. 3.** Влияние температуры культивирования на конечный титр Хсс-фага Murka. Бактерии и фаги добавляли в жидкую среду Кинга Б при MOI = 0,001 и культивировали в течение 48 ч при температуре 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C и 45 °C в биореакторе; отбирали аликвоту и титровали фаг на верхнем агаре с штаммом Tr1. Разные буквы указывают на значительную разницу в показателях, согласно тесту Дункана, при  $p = 0,05$ . Все тесты были повторены дважды. Для каждого столбца указано стандартное отклонение

**Fig. 3.** Effect of cultivation temperature on the final titer of Xcc phage Murka. Bacteria and phage were added to the King's B liquid medium at MOI = 0.001 and cultivated for 48 h at temperatures of 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C and 45 °C in a bioreactor; an aliquot was taken and the phage was titrated on top of agar with Tr1. Different letters indicate a significant difference in values, according to Duncan's test, at  $p = 0.05$ . All tests were repeated twice. The standard deviation (sd) is shown for each bar



Отличительной особенностью выращивания овощных культур в открытом грунте является широкий диапазон сезонных и суточных колебаний температуры воздуха и почвы. Для возбудителей болезней человека и сельскохозяйственных животных влияние температуры на эффективность обработки фагами нивелируется стабильной температурой тела, в то время как для растений эта температура подвержена резким сезонным и суточным изменениям.

В связи с этим одной из целей исследования была оценка кинетических параметров системы «фаг — бактерия» путем моделирования ее в биореакторе. Для этого температуру выращивания варьировали от 15 до 45 °C, что соответствовало обычному температурному спектру в период вегетации капусты в открытом грунте в большинстве климатических зон.

Было установлено, что температура оказывает сильное влияние на накопление бактериальной биомассы, причем оптическая плотность была самой высокой при температуре 30 °C.

С другой стороны, из ранее опубликованных работ следует, что оптимальная температура для культивирования Хсс составляет 25–27 °C [20]. Тот факт, что штаммы Хсс различаются по оптимальной температуре роста, коррелирует с вариативностью кластера генов, контролирующих липополисахаридный комплекс [2]. Модельный штамм Tr1, используемый в данной работе, относится к серотипу 1 (с LPS, сходным со штаммами B100/3811/PHW231), поэтому, оптимальная температура для роста этого штамма выше, чем для штамма типа Хсс NCPPB 528T и аналогичных штаммов.

Температура влияла на накопление фаговых вирионов. Оптимальная температура для увеличения концентрации вируса находилась в диапазоне от 20 до 30 °C, в то время как при других температурах концентрация вирусных частиц снижалась до 99% (например, при температуре 45 °C). Таким образом, ингибирование фагом роста бактерий менее эффективно при высоких температурах из-за более низкой скорости развития фагов. Это указывает на отсутствие специального механизма термозависимой устойчивости фагов к Хсс. С другой стороны, широкий диапазон температур (20–30 °C), при котором Murka способна эффективно уничтожать бактерии, косвенно указывает на то, что ее можно использовать в различных климатических зонах, что является ценным свойством для перспективного биологического средства для борьбы с сосудистым бактериозом капусты.

Предпочтительным способом обработки растений капусты фагом является обработка семян перед посевом, поскольку (1) молодые всходы наиболее восприимчивы к бактерии; (2) во время прорастания семена интенсивно увеличивают площадь поверхности как корней, так и стебля. Полагаем, что фаг предотвратит колонизацию бактериями поверхности растения и их попадание в сосудистую систему из почвы; (3) при посеве семян капусты в поле или теплице температура почвы довольно низкая, и фаг находится в стабильных условиях. Эти моменты будут рассмотрены в будущих экспериментах.

Считается, что из-за длительной совместной эволюции бактерии-хозяина и фага оптимальная температура (как для метаболизма бактерии-хозяина, так и для процессов заражения фагом) стала близка. Однако данная работа и ряд других публикаций показывают, что температуры культивирования, отличные от оптимальных для бактерии-хозяина, могут повысить продуктивность вируса. Например, для низкотемпературного (LT) типа фага *Aeromonas hydrophila* известно, что субоптимальная (более низкая) температура для бактерии может влиять на адсорбцию фага на бактериальных клетках и его размножение [3].

Несмотря на то что оптимальная температура для культивирования *Escherichia coli* составляет 35–37 °C, максимальный выход фагов был обнаружен при температуре 30 °C. [21]. По-видимому, снижение выхода фаговых частиц при температурах, повышенных для развития бактерии-хозяина, происходит из-за образования не полностью собранных частиц, а также потому, что, по-видимому, температура больше всего влияет на конечную стадию сборки фага [22].

Таким образом, температура культивирования оказывает непосредственное влияние не на сам бактериофаг, который не имеет признаков самостоятельного метаболизма, а на бактерию и систему «фаг — бактерия» в целом. В вариантах культивирования фага при температуре 15–30 °C наблюдалась тенденция к увеличению OD<sub>600</sub> к концу периода культивирования (с 23 до 47 ч), тогда как в случае культивирования при температуре 45 °C этого не наблюдалось. Это может быть связано с появлением устойчивых к фагам форм [18]. Одним из способов решения этой проблемы является использование «фаговых коктейлей», включающих представителей разных групп фагов, при обработке растений для снижения риска появления устойчивых форм.

## Выводы/Conclusions

Авторами охарактеризован новый фаг Murka, который приводит к лизису 64,3% штаммов возбудителя сосудистого бактериоза капусты *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, использованных в исследовании. Он имеет типичную морфологию миовируса и относится к роду *Foxnavirus*. Модельный эксперимент, проведенный в условиях жидкой культуры в биореакторе, показал, что оптимальный температурный диапазон для достижения максимальной продуктивности фага составляет 20–30 °C. Этот факт указывает на возможность использования фага в различных климатических зонах, что является ценным свойством для перспективного биологического средства борьбы с сосудистым бактериозом капусты. Для проверки этого предположения необходимы испытания на растениях в условиях искусственного инфекционного фона.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Liu Z. *et al.* Physical, chemical, and biological control of black rot of *Brassicaceae* vegetables: A review. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 1023826. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1023826>
2. Ignatov A. A possible role of LPS structure in climate adaptation of *Xanthomonas campestris*. 4th Annual Conference of the EuroXanth COST Action Integrating Science on *Xanthomonadaceae* for integrated plant disease management in Europe. Virtual Conference. 2021. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15969.02400>

## REFERENCES

1. Liu Z. *et al.* Physical, chemical, and biological control of black rot of *Brassicaceae* vegetables: A review. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 1023826. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1023826>
2. Ignatov A. A possible role of LPS structure in climate adaptation of *Xanthomonas campestris*. 4th Annual Conference of the EuroXanth COST Action Integrating Science on *Xanthomonadaceae* for integrated plant disease management in Europe. Virtual Conference. 2021. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15969.02400>

3. Nair A., Ghugare G.S., Khairnar K. An Appraisal of Bacteriophage Isolation Techniques from Environment. *Microbial Ecology*. 2022; 83(3): 519–535.  
<https://doi.org/10.1007/s00248-021-01782-z>
4. Seeley N.D., Primrose S.B. The Effect of Temperature on the Ecology of Aquatic Bacteriophages. *Journal of General Virology*. 1980; 46(1): 87–95.  
<https://doi.org/10.1099/0022-1317-46-1-87>
5. Тараканов Р.И., Игнатов А.Н., Джалилов Ф.С. Выделение бактериофагов *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* и их использование в защите сои от бактериального ожога. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020; (4): 43–53.  
<https://www.elibrary.ru/fzasld>
6. Holtappels D. et al. The potential of bacteriophages to control *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* at different stages of disease development. *Microbial Biotechnology*. 2022; 15(6): 1762–1782.  
<https://doi.org/10.1111/1751-7915.14004>
7. Weiss B.D., Capage M.A., Kessel M., Benson S.A. Isolation and Characterization of a Generalized Transducing phage for *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Journal of Bacteriology*. 1994; 176(11): 3354–3359.  
<https://doi.org/10.1128/jb.176.11.3354-3359.1994>
8. Lukianova A.A. et al. Morphologically Different *Pectobacterium brasiliense* Bacteriophages PP99 and PP101: Deacetylation of O-Polysaccharide by the Tail Spike Protein of Phage PP99 Accompanies the Infection. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 3147.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03147>
9. Lelliot R.A., Stead D.E. Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Oxford: *Blackwell*. 1987; vii, 216. ISBN 978-0-632-01233-6
10. Lee Y.-A., Yang P.-Y., Huang S.-C. Characterization, Phylogeny, and Genome Analyses of Nonpathogenic *Xanthomonas campestris* Strains Isolated from Brassica Seeds. *Phytopathology*. 2020; 110(5): 981–988.  
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-19-0319-R>
11. Peňázová E., Kopta T., Jurica M., Pečenka J., Eichmeier A., Pokluda R. Testing of Inoculation Methods and Susceptibility Testing of Perspective Cabbage Breeding Lines (*Brassica oleracea* convar. *Capitata*) to the Black Rot Disease Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018; 66(1): 139–148.  
<https://doi.org/10.11118/actaun201866010139>
12. Tilahun B., Yinur D., Zenabu D., Menesha F.M. Isolation and identification of *Enset* wilt disease causing bacteria using 16S rRNA Gene Sequence samples collected from Gurage zone, Ethiopia. *Journal of Life Science and Biomedicine*. 2020; 10(4): 51–58.  
<https://doi.org/10.51145/jlsb.2020.7>
13. Tarakanov R.I. et al. Ayka, a Novel *Curtobacterium* Bacteriophage, Provides Protection against Soybean Bacterial Wilt and Tan Spot. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(18): 10913.  
<https://doi.org/10.3390/ijms231810913>
14. Beňo F., Horsáková I., Kmoch M., Petřík K., Krátká G., Ševčík R. Bacteriophages as a Strategy to Protect Potato Tubers against *Dickeya dianthicola* and *Pectobacterium carotovorum* Soft Rot. *Microorganisms*. 2022; 10(12): 2369.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10122369>
15. Maina A.N., Mwaura F.B., Wagacha J.M., Jumba M., Aziz R.K., Nour El-Din H.T. Phenotypic characterization of phage vB\_vcM\_Kuja. *Journal of Basic Microbiology*. 2023; 63(5): 481–488.  
<https://doi.org/10.1002/jobm.202200635>
16. Allen R.J., Waclaw B. Bacterial growth: a statistical physicist's guide. *Reports on Progress in Physics*. 2019; 82(1): 016601.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6633/aae546>
17. Evseev P.V. et al. Characterisation of New *Foxunavirus* Phage Murka with the Potential of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Control. *Viruses*. 2024; 16(2): 198.  
<https://doi.org/10.3390/v16020198>
18. Cristobal-Cueto P., García-Quintanilla A., Esteban J., García-Quintanilla M. Phages in Food Industry Biocontrol and Bioremediation. *Antibiotics*. 2021; 10(7): 786.  
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10070786>
19. Fontana R. et al. Effects of *Moringa oleifera* Leaf Extracts on *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Microorganisms*. 2021; 9(11): 2244.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9112244>
20. Esgalhado M.E., Roseiro J.C., Collaço M.T.A. Interactive Effects of pH and Temperature on Cell Growth and Polymer Production by *Xanthomonas campestris*. *Process Biochemistry*. 1995; 30(7): 667–671.  
[https://doi.org/10.1016/0032-9592\(94\)00044-1](https://doi.org/10.1016/0032-9592(94)00044-1)
21. Choi Y.K., Han S.M., Lee S.M., Soh J.O., Lee S.K., Lee J.H. Investigation of the Relation between Temperature and M13 Phage Production via ATP Expenditure. *Processes*. 2022; 10(5): 962.  
<https://doi.org/10.3390/pr10050962>
3. Nair A., Ghugare G.S., Khairnar K. An Appraisal of Bacteriophage Isolation Techniques from Environment. *Microbial Ecology*. 2022; 83(3): 519–535.  
<https://doi.org/10.1007/s00248-021-01782-z>
4. Seeley N.D., Primrose S.B. The Effect of Temperature on the Ecology of Aquatic Bacteriophages. *Journal of General Virology*. 1980; 46(1): 87–95.  
<https://doi.org/10.1099/0022-1317-46-1-87>
5. Tarakanov R.I., Ignatov A.N., Dzhailov F.S. Isolation of specific bacteriophages *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* and their use in soybean bacterial blight control. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2020; (4): 43–53 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/fzasld>
6. Holtappels D. et al. The potential of bacteriophages to control *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* at different stages of disease development. *Microbial Biotechnology*. 2022; 15(6): 1762–1782.  
<https://doi.org/10.1111/1751-7915.14004>
7. Weiss B.D., Capage M.A., Kessel M., Benson S.A. Isolation and Characterization of a Generalized Transducing phage for *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Journal of Bacteriology*. 1994; 176(11): 3354–3359.  
<https://doi.org/10.1128/jb.176.11.3354-3359.1994>
8. Lukianova A.A. et al. Morphologically Different *Pectobacterium brasiliense* Bacteriophages PP99 and PP101: Deacetylation of O-Polysaccharide by the Tail Spike Protein of Phage PP99 Accompanies the Infection. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 3147.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03147>
9. Lelliot R.A., Stead D.E. Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Oxford: *Blackwell*. 1987; vii, 216. ISBN 978-0-632-01233-6
10. Lee Y.-A., Yang P.-Y., Huang S.-C. Characterization, Phylogeny, and Genome Analyses of Nonpathogenic *Xanthomonas campestris* Strains Isolated from Brassica Seeds. *Phytopathology*. 2020; 110(5): 981–988.  
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-19-0319-R>
11. Peňázová E., Kopta T., Jurica M., Pečenka J., Eichmeier A., Pokluda R. Testing of Inoculation Methods and Susceptibility Testing of Perspective Cabbage Breeding Lines (*Brassica oleracea* convar. *Capitata*) to the Black Rot Disease Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018; 66(1): 139–148.  
<https://doi.org/10.11118/actaun201866010139>
12. Tilahun B., Yinur D., Zenabu D., Menesha F.M. Isolation and identification of *Enset* wilt disease causing bacteria using 16S rRNA Gene Sequence samples collected from Gurage zone, Ethiopia. *Journal of Life Science and Biomedicine*. 2020; 10(4): 51–58.  
<https://doi.org/10.51145/jlsb.2020.7>
13. Tarakanov R.I. et al. Ayka, a Novel *Curtobacterium* Bacteriophage, Provides Protection against Soybean Bacterial Wilt and Tan Spot. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(18): 10913.  
<https://doi.org/10.3390/ijms231810913>
14. Beňo F., Horsáková I., Kmoch M., Petřík K., Krátká G., Ševčík R. Bacteriophages as a Strategy to Protect Potato Tubers against *Dickeya dianthicola* and *Pectobacterium carotovorum* Soft Rot. *Microorganisms*. 2022; 10(12): 2369.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10122369>
15. Maina A.N., Mwaura F.B., Wagacha J.M., Jumba M., Aziz R.K., Nour El-Din H.T. Phenotypic characterization of phage vB\_vcM\_Kuja. *Journal of Basic Microbiology*. 2023; 63(5): 481–488.  
<https://doi.org/10.1002/jobm.202200635>
16. Allen R.J., Waclaw B. Bacterial growth: a statistical physicist's guide. *Reports on Progress in Physics*. 2019; 82(1): 016601.  
<https://doi.org/10.1088/1361-6633/aae546>
17. Evseev P.V. et al. Characterisation of New *Foxunavirus* Phage Murka with the Potential of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Control. *Viruses*. 2024; 16(2): 198.  
<https://doi.org/10.3390/v16020198>
18. Cristobal-Cueto P., García-Quintanilla A., Esteban J., García-Quintanilla M. Phages in Food Industry Biocontrol and Bioremediation. *Antibiotics*. 2021; 10(7): 786.  
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10070786>
19. Fontana R. et al. Effects of *Moringa oleifera* Leaf Extracts on *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Microorganisms*. 2021; 9(11): 2244.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9112244>
20. Esgalhado M.E., Roseiro J.C., Collaço M.T.A. Interactive Effects of pH and Temperature on Cell Growth and Polymer Production by *Xanthomonas campestris*. *Process Biochemistry*. 1995; 30(7): 667–671.  
[https://doi.org/10.1016/0032-9592\(94\)00044-1](https://doi.org/10.1016/0032-9592(94)00044-1)
21. Choi Y.K., Han S.M., Lee S.M., Soh J.O., Lee S.K., Lee J.H. Investigation of the Relation between Temperature and M13 Phage Production via ATP Expenditure. *Processes*. 2022; 10(5): 962.  
<https://doi.org/10.3390/pr10050962>

22. Pollard E., Woodyatt S. The Effect of Temperature on the Formation of T1 and T2r Bacteriophage. *Biophysical Journal*. 1964; 4(5): 367–385.  
[https://doi.org/10.1016/s0006-3495\(64\)86789-8](https://doi.org/10.1016/s0006-3495(64)86789-8)

#### ОБ АВТОРАХ

##### **Рашит Ислямович Тараканов<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук, доцент кафедры защиты растений

[r.tarakanov@rgau-msha.ru](mailto:r.tarakanov@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-3235-8467>

##### **Пётр Владимирович Евсеев<sup>2</sup>**

кандидат биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной микробиологии

[petevseev@gmail.com](mailto:petevseev@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1646-9802>

##### **Светлана Ивановна Чебаненко<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры защиты растений

[svchebanenko@rgau-msha.ru](mailto:svchebanenko@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>

##### **Ольга Алексеевна Савоскина<sup>1</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела

[osavoskina@rgau-msha.ru](mailto:osavoskina@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-1568-4922>

##### **Оксана Григорьевна Каратаева<sup>1</sup>**

кандидат экономических наук, доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования

[okarataeva@rgau-msha.ru](mailto:okarataeva@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-5016-225X>

##### **Кирилл Максимович Воробьев<sup>1</sup>**

магистрант кафедры защиты растений

[kirillvrby@mail.ru](mailto:kirillvrby@mail.ru)

<https://orcid.org/0009-0005-1858-1346>

##### **Февзи Сеид-Умерович Джалилов<sup>1</sup>**

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений

[dzhalilov@rgau-msha.ru](mailto:dzhalilov@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-5014-8375>

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. им. Островитянова, 1, Москва, 117513, Россия

22. Pollard E., Woodyatt S. The Effect of Temperature on the Formation of T1 and T2r Bacteriophage. *Biophysical Journal*. 1964; 4(5): 367–385.  
[https://doi.org/10.1016/s0006-3495\(64\)86789-8](https://doi.org/10.1016/s0006-3495(64)86789-8)

#### ABOUT THE AUTHORS

##### **Rashit Islyamovich Tarakanov<sup>1</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Protection

[r.tarakanov@rgau-msha.ru](mailto:r.tarakanov@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-3235-8467>

##### **Peter Vladimirovich Evseev<sup>2</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Molecular Microbiology

[petevseev@gmail.com](mailto:petevseev@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1646-9802>

##### **Svetlana Ivanovna Chebanenko<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Protection

[svchebanenko@rgau-msha.ru](mailto:svchebanenko@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>

##### **Olga Alekseevna Savoskina<sup>1</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture and Experimental Methods

[osavoskina@rgau-msha.ru](mailto:osavoskina@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-1568-4922>

##### **Oksana Grigorievna Karataeva<sup>1</sup>**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Pedagogy and Psychology of Vocational Education

[okarataeva@rgau-msha.ru](mailto:okarataeva@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-5016-225X>

##### **Kirill Maksimovich Vorobyov<sup>1</sup>**

Master's Student of the Department of Plant Protection

[kirillvrby@mail.ru](mailto:kirillvrby@mail.ru)

<https://orcid.org/0009-0005-1858-1346>

##### **Fevzi Seid-Umerovich Dzhalilov<sup>1</sup>**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Plant Protection

[dzhalilov@rgau-msha.ru](mailto:dzhalilov@rgau-msha.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-5014-8375>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova Str., Moscow, 117513, Russia

Захарова М.Н. ✉

Рожкова Л.В.

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал  
Федерального государственного  
бюджетного научного  
учреждения «Федеральный  
научный агроинженерный центр  
ВИМ», Рязань, Россия

✉ marina.zakharova.64@bk.ru

Поступила в редакцию: 10.03.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Захарова М.Н., Рожкова Л.В.

Marina N. Zakharova ✉

Ludmila V. Rozhkova

Institute of Seed Production and  
Agrotechnologies — branch of the  
Federal State Budgetary Scientific  
Institution “Federal Scientific  
Agroengineering Center VIM”, Ryazan,  
Russia

✉ marina.zakharova.64@bk.ru

Received by the editorial office: 10.03.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Zakharova M.N., Rozhkova L.V.

## Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя сорта Яромир в Нечерноземной зоне

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Особый интерес представляют всевозможные биологически активные препараты, которые обладают широким спектром полезных свойств: адаптогенным и иммуномодулирующим, ростостимулирующим и стрессоустойчивым.

В отличие от химических препаратов, биопрепараты обладают более яркой избирательностью действия, они признаны безвредными для человека и животных, быстро разлагаются в почве.

**Методы.** В схеме опыта изучали микробиологические препараты «Органин N, Ж», «Органин Р, Ж» и регулятор роста «АпаСил, П». Исследования проводили в 2022–2024 годах на полях института. Предшественник — озимая пшеница. Норма высева — 5,0 млн всхожих семян на 1 га.

**Результаты.** Установлено, что испытания биологических препаратов на посевах ячменя в Нечерноземной зоне оказали положительное влияние на его рост и развитие. На вариантах с применением биопрепаратов сохранность растений к уборке 91,6–92,9%, что выше хозяйственного варианта на 2,3–3,6%, контрольного варианта на 4,4–5,7%, показала, что в среднем за три года продуктивность ярового ячменя сорта Яромир повысилась на 9,0–18,2%. На вариантах с применением препаратов наблюдается повышение массы зерна на 28–59 г/л. Условно чистый доход по результатам трехлетних испытаний получен от 3914 руб/га до 7958 руб/га.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, биологический препарат, урожайность, протравитель, технология, Рязанская область, Нечерноземная зона

**Для цитирования:** Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя сорта Яромир в Нечерноземной зоне. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 146–150.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-146-150>

## Effect of biological preparations on the productivity of spring barley of the Yaromir variety in the Non-Chernozem zone

### ABSTRACT

**Relevance.** Of particular interest are all kinds of biologically active drugs that have a wide range of beneficial properties: adaptogenic and immunomodulatory, growth-stimulating and stress-resistant.

Unlike chemicals, biologics have a more pronounced selectivity of action, they are recognized as harmless to humans and animals, and decompose rapidly in the soil.

**Methods.** In the experimental scheme, the microbiological preparations “Organit N, Zh”, “Organit R, Zh” and the growth regulator “ApaSil, P” were studied. The research was carried out in 2022–2024 on the fields of the institute. The predecessor is winter wheat. The seeding rate is 5.0 million germinating seeds per 1 hectare.

**Results.** It was found that the testing of biological preparations on barley crops in the Non-Chernozem zone had a positive effect on its growth and development. In the variants with the use of biological preparations, the safety of plants for harvesting was 91.6–92.9%, which was 2.3–3.6% higher than the economic variant and 4.4–5.7% higher than the control variant, which showed that, on average, the productivity of spring barley of the Yaromir variety increased by 9.0–18.2% over three years. In variants with the use of drugs, there is an increase in grain size by 28–59 g/l. Conditional net income based on the results of three-year tests was obtained from 3914 rubles/ha to 7958 rubles/ha.

**Key words:** spring barley, biological preparation, yield, protectant, technology, Ryazan Region, Non-chernozem zone

**For citation:** Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Effect of biological preparations on the productivity of spring barley of the Yaromir variety in the Non-Chernozem zone. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 146–150 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-146-150>

## Введение/Introduction

Одной из приоритетных зерновых культур во всём мире является ячмень, применяемый в разных отраслях производства. Из зерна ячменя изготавливают продукты питания (крупы). Он сыскал широкое применение в кондитерской промышленности, животноводстве, пивоварении и медицине [1, 2].

В последние годы актуально научное обоснование путей повышения продуктивности ярового ячменя.

На севере и северо-западе Рязанской области урожайность ярового ячменя составляет 25–30 ц/га, на юге и юго-востоке — 40–50 ц/га. Для повышения урожая зерна на 20–30% необходимо использовать технологии возделывания сортов и качественной защиты от вредных организмов [3, 4]. Для увеличения валового сбора зерна необходимо освоение современных, менее затратных технологий выращивания зерновых культур. В связи с разными почвенно-климатическими условиями регионов и появлением новых высокопродуктивных сортов ярового ячменя вопросы такого плана требуют дальнейшего и глубокого изучения [5, 6].

В Рязанском институте семеноводства и агротехнологий — филиале ФНАЦ ВИМ были разработаны и апробированы в производстве системы защиты от вредителей, болезней и сорняков таких сортов ярового ячменя, как Московский 2, Зазерский 85, Нур, Эльф, Ксанаду, Жозефин, Знатный, Аннабель, Яромир, Владимир, Рафаэль, Надежный [7, 8].

Для лучшего развития земледелия в Российской Федерации стратегически важно иметь биологическую и органическую направленность. За последние годы проведено множество работ по изучению биологических препаратов, их применение для реализации потенциала сортов и гибридов дает возможность увеличивать продуктивность и качество продукции. Изучение и внедрение биопрепаратов актуальны и перспективны [9].

Применение биологических препаратов и регуляторов роста позволяет управлять производственными процессами для увеличения продуктивности ячменя и снижения зависимости от погодных-климатических условий [10].

Большой интерес представляют различные биологически активные препараты, обладающие широким спектром полезных свойств: адаптогенным и иммуномодулирующим, ростостимулирующим и стрессоустойчивым [11].

Биологические препараты, в отличие от химических препаратов, обладают наиболее высокой избирательностью действия, они признаны безвредными для человека и животных, быстро разлагаются в почве [12].

**Цель исследований** — изучение влияния биологических препаратов и регулятора роста растений

на продуктивность и качество зерна ярового ячменя в Нечерноземной зоне Российской Федерации.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Испытания по изучению эффективности биологических препаратов на посевах ярового ячменя сорта Яромир селекции Федерального исследовательского центра «Немчиновка» и Института семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр «Всероссийский институт механизации»» проводили в 2022–2024 годах на полях Института семеноводства и агротехнологий.

Тестирование проходили биологические препараты ГК Bionovatic (Россия) «Organit N, Ж» — активные ингредиенты: клетки и биологически активные метаболиты штамма *Azospirillumzoeae* (государственная регистрация до 16.03.2027 № 222-19-1419-1), «Organit P, Ж» — активные ингредиенты: споры штамма *Bacillusmegaterium* (государственная регистрация до 11.12.2026 № 173-19-1300-1) и компании «Фосагро» (Россия) «АпаСил, П» — инновационный кремнийсодержащий продукт с содержанием 31,5% SiO<sub>2</sub> (государственная регистрация до 17.01.2032 № 445-103473-1).

Выполняли посев ячменя навесной сеялкой ССКФ-7МФГУП (Омский экспериментальный завод, Россия).

Опытная делянка площадью 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

Ячмень высевали с нормой 5 млн всхожих семян / га.

Под предпосевную культивацию проведено внесение минеральных удобрений — азофоска N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Пестициды для борьбы с вредными организмами на посевах наложены фоном по вариантам опыта.

Биопрепараты вносили ручным опрыскивателем Solo 406 компании SoloKleinmotoren GmbH (Германия). Расход рабочей жидкости 200 л/га.

Уборку урожая культуры на делянках проводили комбайном Sampo 130 компании SampoRosenlew (Финляндия).

Предшественник — озимая пшеница. Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину, ГОСТ 26213-91<sup>1</sup>) — 4,3%, подвижного калия и фосфора (по Кирсанову, ГОСТ P54650-2011<sup>2</sup>) — 117 мг/кг почвы и 196 мг/кг почвы, pH<sub>сол</sub> — 5,04 (ГОСТ 26483-85<sup>3</sup>).

Содержание белка и крахмала определяли на анализаторе цельного зерна Infratek™ 1241 (Дания) методом инфракрасной спектроскопии. Натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-2017<sup>4</sup>.

Схема опыта представлена в таблице 1.

По вегетации ячменя проводили фенологические наблюдения. Учеты и наблюдения в опыте

<sup>1</sup> ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического веществ.

<sup>2</sup> ГОСТ P 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

<sup>3</sup> ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

<sup>4</sup> ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натуры.

выполняли согласно «Методике полевого опыта<sup>5</sup>», «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений<sup>6</sup>», определение массы 1000 семян<sup>7</sup>.

Статистическая обработка данных с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel (США). Экономическая эффективность применения препаратов на яровом ячмене согласно «Методическим рекомендациям по бухгалтерскому учету<sup>8</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Вегетационный период 2022 года характеризует- ся как засушливый<sup>9</sup>. Темперный режим выше нор- мы, дефицит осадков в период вегетации составил 95,3 мм, ГТК — 0,61.

Период вегетации 2023 года сложился благопри- ятно для роста и развития растений ячменя. Темпера- тура за месяцы вегетации 91,1 °С, что выше сред- немноголетней на 39,6 °С. Осадки преимущественно выпадали в июле — 82,4 мм. Август жаркий и сухой, температура превышает на 5,7 °С, дефицит осадков составил 32,4 мм, ГТК — 0,59.

В 2024 году в вегетацию растений температура составила 94,4 °С, что на 41,9 °С выше нормы. Осад- ков выпало 219,8 мм, ГТК — 1,2, самый дождливый месяц — июль (101,3 мм). Среднемноголетняя нор- ма за период вегетации 242 мм (табл. 2).

В технологию возделывания ярового ячменя сор- та Яромир были включены биологические препа- раты «Organit N, Ж», «Organit P, Ж», регулятор роста «АпаСил, П» для обработки семян перед посевом и подкормки растений ячменя по вегетации согласно схеме опыта.

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Scheme of experience

| Варианты опыта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Сроки обработки                                                    | Нормы применения препаратов                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Контроль — без обработок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | —                                                                  | —                                                                                           |
| 2. Фунгицидный протравитель «Виал Трио, ВСК» (120 г/л прохлориза + 30 г/л тиабендазола + + 5 г/л ципроконазола, АО Фирма «Август», Россия) + инсектицидный протравитель «Табу, ВСК» (500 г/л имидаклоприда, АО Фирма «Август», Россия) — хозяйственный вариант                                                                                                                                                                                                     | Протравливание семян перед севом                                   | 1,2 л/т + 1,0 л/т                                                                           |
| 3. Фунгицидный протравитель «Виал Трио, ВСК» (120 г/л прохлориза + 30 г/л тиабендазола + + 5 г/л ципроконазола, АО Фирма «Август», Россия) + инсектицидный «Табу, ВСК» (500 г/л имидаклоприда, АО Фирма «Август», Россия) + «Органит N, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + + «Органит P, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «АпаСил, П» («Фосагро», Россия); «Органит N, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «Органит P, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «АпаСил, П» («Фосагро», Россия) | Протравливание семян перед севом<br>Внекорневая подкормка растений | 1,2 л/т + 1,0 л/т + + 1,0 л/т + 1,0 л/т + + 0,05 кг/т<br>0,5 л/га + 0,5 л/га + + 0,05 кг/га |
| 4. Фунгицидный протравитель «Виал Трио, ВСК» (120 г/л прохлориза + 30 г/л тиабендазола + + 5 г/л ципроконазола, АО Фирма «Август», Россия) + инсектицидный «Табу, ВСК» (500 г/л имидаклоприда, АО Фирма «Август», Россия) + «Органит N, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + + «Органит P, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «АпаСил, П» («Фосагро», Россия); «Органит N, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «Органит P, Ж» (ГК Bionovatic, Россия) + «АпаСил, П» («Фосагро», Россия) | Протравливание семян перед севом<br>Внекорневая подкормка растений | 1,2 л/т + 1,0 л/т + + 1,0 л/т + 1,0 л/т + + 0,05 кг/т<br>1,0 л/га + 1,0 л/га + + 0,05 кг/га |

<sup>5</sup> Доспехов Б.А.. Методика полевого опыта. Агропромиздат. 1985; 185.

<sup>6</sup> Методические указания по регистрационным испытаниям новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.М. Можарова и др. М.: Росинформагротех. 2016; 216.

<sup>7</sup> ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

<sup>8</sup> Приказ Минсельхоза РФ от 06.06.2003 № 792 «Об утверждении Методических рекомендаций по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях» Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_59524/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59524/) (дата обращения: 25.02.2025).

<sup>9</sup> По данным метеостанции — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, с. Подвьязь, Рязанский р-н.

Таблица 2. Погодные условия по периодам вегетации 2022–2024 гг.

Table 2. Weather conditions for the vegetation periods 2022–2024

| Год                     | Месяц  |      |      |       |        |
|-------------------------|--------|------|------|-------|--------|
|                         | апрель | май  | июнь | июль  | август |
| Температура воздуха, °С |        |      |      |       |        |
| 2022                    | 11,5   | 13,4 | 21,5 | 24,0  | 25,6   |
| 2023                    | 12,4   | 15,9 | 19,8 | 21,2  | 22,8   |
| 2024                    | 13,3   | 14,6 | 19,8 | 24,6  | 22,1   |
| Среднемноголетнее       | 4,1    | 12,6 | 17,0 | 18,8  | 17,7   |
| Осадки, мм              |        |      |      |       |        |
| 2022                    | 27,6   | 49,6 | 40,7 | 16,0  | 12,8   |
| 2023                    | 35,8   | 8,9  | 35,5 | 82,4  | 22,6   |
| 2024                    | 28,0   | 41,8 | 35,5 | 101,3 | 13,2   |
| Среднемноголетнее       | 28,0   | 40,0 | 55,0 | 64,0  | 55,0   |

В качестве элемента технологии изучали влия- ние химических препаратов в чистом виде (вари- ант № 2) и в смеси с этими агрохимикатами (вари- анты № 3, 4).

При подсчете густоты стояния растений ячме- ня выявили, что как на вариантах с применением химических, так и биологических препаратов ко- личество растений выше, чем на контроле, на 61– 90 шт/м<sup>2</sup>. Анализ данных таблицы 3 показывает, что применяемые биопрепараты в технологии вы- ращивания ячменя способствуют увеличению со- хранности растений ячменя к уборке в сравнении с вариантом № 1 (контроль без обработок) и хо- зяйственным вариантом № 2 на 2,3–3,6% относи- тельно сохранности растений хозяйственного ва- рианта № 2.

В сопоставлении с контрольным вариантом со- хранность растений в варианте № 2 повышается на 2,1% (табл. 3).

Таблица 3. Густота стояния и сохранность растений ячменя при обработке биологическими препаратами (2022–2024 гг.)

Table 3. Standing density and preservation of barley plants during treatment with biological preparations (2022–2024)

| Варианты опыта    | Число растений ячменя, шт/м <sup>2</sup> |        | Сохранность растений к уборке, % |
|-------------------|------------------------------------------|--------|----------------------------------|
|                   | всходы                                   | уборка |                                  |
| 1                 | 344                                      | 300    | 87,2                             |
| 2                 | 405                                      | 362    | 89,3                             |
| 3                 | 417                                      | 382    | 91,6                             |
| 4                 | 434                                      | 403    | 92,9                             |
| НСР <sub>05</sub> | 9,26                                     | 10,2   |                                  |

Анализ структуры урожая показал, что применение изучаемых препаратов положительно повлияло на такие показатели, как длина колоса, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен. Длина колоса увеличилась на 9,1–11,1%, масса зерна с колоса — на 27,1–32,6%, масса 1000 зерен — на 2,9–4,5% (табл. 4).

Учет урожая (в среднем за 3 года) ячменя сорта Яромир выявил положительную реакцию на изучаемые препараты. Урожай зерна увеличился на 0,5–1,0 т/га, наибольшая эффективность — на варианте № 4 (18,2%). При сравнении с вариантом № 2 (хозвариант) варианты с применением биологических препаратов показали прибавку урожая зерна на 0,3 т/га (вариант № 3) и на 0,5 т/га (вариант № 4).

Урожайность ярового ячменя на варианте без обработок — 5,5 т/га. На вариантах с применением

изучаемых препаратов наблюдали увеличение натуры зерна (на 28–59 г/л). Прослеживается небольшое увеличение крахмала на варианте № 4 — на 1,4%.

Содержание белка в зерне по вариантам опыта существенных различий не имеет (табл. 5).

Наиболее высокий условно чистый доход по результатам трехлетних испытаний получен на варианте № 4 — 7958 руб/га, на вариантах № 2 и 3 — 3914 руб/га и 6630 руб/га (табл. 6). Расчет проводили исходя из: стоимости 1 т ячменя — 13 тыс. руб.; стоимости 1 кг препаратов: «Органит N, Ж» — 700 руб., «Органит P, Ж» — 700 руб., «АпаСил, П» — 4120 руб., «Табу, ВСК» — 6750 руб., «Виал Трио, ВСК» — 3270 руб.

### Выводы/Conclusions

Испытания биологических препаратов «Органит N, Ж», «Органит P, Ж», созданных на клетках и биологически активных метаболитах штамма *Azospirillumzoeae* и активных спорах штамма *Bacillus megaterium*, «АпаСил, П» — инновационный кремний-содержащий продукт с содержанием 31,5% SiO<sub>2</sub> в Нечерноземной зоне, показали, что в среднем за 2022–2024 годы продуктивность ярового ячменя сорта Яромир повысилась на 9,0–18,2%.

На вариантах опыта с применением препаратов наблюдали увеличение натуры зерна на 28–59 г/л. Условно чистый доход по результатам трехлетних испытаний получен от 3914 руб/га до 7958 руб/га.

Таблица 4. Структура урожая ярового ячменя сорта Яромир в среднем за 3 года (2022–2024 гг.)

Table 4. Structure of the spring barley harvest of the Yaromir variety on average for 3 years (2022–2024)

| Вариант опыта     | Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup> | Коэффициент продуктивного кущения | Длина колоса, см | Число зерен, шт/колос | Масса зерна в колосе, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1                 | 714                                           | 2,30                              | 7,15             | 18,3                  | 0,92                    | 44,9                |
| 2                 | 740                                           | 2,40                              | 7,80             | 20,8                  | 1,17                    | 46,2                |
| 3                 | 720                                           | 2,40                              | 7,90             | 21,0                  | 1,19                    | 46,5                |
| 4                 | 762                                           | 2,65                              | 8,00             | 21,2                  | 1,22                    | 46,9                |
| НСР <sub>05</sub> | 13,9                                          | 0,3                               | 0,3              | 1,8                   | 0,2                     | 1,4                 |

Таблица 5. Урожай зерна и качество ярового ячменя в среднем за 3 года (2022–2024 гг.)

Table 5. Grain yield and quality of spring barley on average for 3 years (2022–2024)

| Вариант           | Урожайность, т/га | Прибавка урожая |      | Натура, г/л | Содержание белка в зерне, % | Содержание крахмала, % |
|-------------------|-------------------|-----------------|------|-------------|-----------------------------|------------------------|
|                   |                   | т/га            | %    |             |                             |                        |
| 1                 | 5,5               | —*              | —    | 617         | 12,29                       | 53,2                   |
| 2                 | 6,0               | 0,5/-**         | 9,0  | 645         | 13,13                       | 52,9                   |
| 3                 | 6,3               | 0,8/0,3         | 14,5 | 649         | 13,59                       | 52,7                   |
| 4                 | 6,5               | 1,0/0,5         | 18,2 | 676         | 13,42                       | 54,6                   |
| НСР <sub>05</sub> |                   |                 |      | 0,04        |                             |                        |

Таблица 6. Экономическая эффективность применения препаратов на яровом ячмене в среднем за 3 года (2022–2024 гг.)

Table 6. Economic efficiency of the use of preparations on spring barley on average for 3 years (2022–2024)

| Вариант | Затраты на пестициды, руб/га | Урожай зерна, т/га | Дополнительный урожай зерна, т/га | Стоимость дополнительного урожая, руб. | Условно чистый доход, руб. |
|---------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| 1       | —                            | 5,5                | —                                 | —                                      | —                          |
| 2       | 2586                         | 6,0                | 0,5                               | 6500                                   | 3914                       |
| 3       | 3770                         | 6,3                | 0,8                               | 10400                                  | 6630                       |
| 4       | 5042                         | 6,5                | 1,0                               | 13000                                  | 7958                       |

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левакова О.В., Гладышева О.В., Ерошенко Л.М. Хозяйственно ценные показатели ячменя Любояр. *Аграрная наука*. 2024; (4): 75–79.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-75-79>
2. Jarošová J., Singh K., Chrpová J., Kundu J.K. Analysis of Small RNAs of Barley Genotypes Associated with Resistance to Barley Yellow Dwarf Virus. *Plants*. 2020; 9(1): 60.  
<https://doi.org/10.3390/plants9010060>
3. Сметов Д.Б., Титова В.И. Влияние совместного внесения минеральных удобрений и биопрепарата «Бисолбифит» на продуктивность ячменя. *Плодородие*. 2010; (4): 19–21.  
<https://www.elibrary.ru/mutulr>
4. Свирина В.А., Черногаев В.Г. Урожайность и качественные показатели ячменя сорта Знатный при применении минеральных удобрений и биопрепаратов. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (3): 21–25.  
<https://doi.org/10.31857/S2500208224030049>
5. Левакова О.В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. *Аграрная наука*. 2021; (3): 70–73.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Щетинникова И.Н., Кокина Л.П., Зайцева И.Ю., Панихина Л.В. Адаптивность и урожайность нового сорта ярового ячменя Ярушник. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024; 25(5): 785–793.  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.785-793>
7. Вenevtsev В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние систем защиты на фитосанитарное состояние посевов и урожайность ярового ячменя сорта Яромир в условиях Рязанской области. *Зерновое хозяйство России*. 2019; (5): 62–67.  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>
8. Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние гербицидов и их баковых смесей на засоренность посевов ярового ячменя. *Защита и карантин растений*. 2021; (4): 25–26.  
[https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2021\\_4\\_25](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_4_25)
9. Рябцева Н.А. Влияние биопрепаратов на формирование элементов продуктивности ярового ячменя. *Аграрная наука*. 2021; (11–12): 72–75.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75>
10. Рожкова Л.В., Захарова М.Н. Влияние элементов технологии на продуктивность ярового ячменя сорта Рафаэль в условиях Рязанской области. *Плодородие*. 2024; (6): 96–98.  
<https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.141.22>
11. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н. Реакция нового сорта ячменя Родник Прикамья на применение регуляторов роста растений. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018; 64(3): 28–33.  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.64.3.28-33>
12. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018; (3): 18–22.  
<https://www.elibrary.ru/ymholj>

## ОБ АВТОРАХ

**Марина Николаевна Захарова**  
старший научный сотрудник  
marina.zakharova.64@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9610-1743>

**Людмила Васильевна Рожкова**  
научный сотрудник  
<https://orcid.org/0000-0001-6399-707X>

Институт семеноводства и агротехнологий — филиала  
Федерального государственного бюджетного научного  
учреждения «Федеральный научный агроинженерный  
центр ВИМ»,  
ул. Парковая, 1, с. Подвьязе, Рязанская обл., 390502,  
Россия

## REFERENCES

1. Levakova O.V., Gladysheva O.V., Eroshenko L.M. Economically valuable indicators of Lyuboyar barley. *Agrarian science*. 2024; (4): 75–79 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-75-79>
2. Jarošová J., Singh K., Chrpová J., Kundu J.K. Analysis of Small RNAs of Barley Genotypes Associated with Resistance to Barley Yellow Dwarf Virus. *Plants*. 2020; 9(1): 60.  
<https://doi.org/10.3390/plants9010060>
3. Smetov D.B., Titova V.I. Effect of the joint application of mineral fertilizers and the “Bisolbifit” biopreparation on the yield of barley. *Plodородie*. 2010; (4): 19–21 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/mutulr>
4. Svirina V.A., Chernogaev V.G. Productivity and quality indicators of Znatny barley when using mineral fertilizers and biological products. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (3): 21–25 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31857/S2500208224030049>
5. Levakova O.V. Responsiveness of a new variety of spring barley Notable to the seeding rate in the Ryazan region. *Agrarian science*. 2021; (3): 70–73 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Shchetinnikova I.N., Kokina L.P., Zaytseva I.Yu., Panikhina L.V. Adaptability and yield of a new cultivar of spring barley Yarushnik. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024; 25(5): 785–793 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.785-793>
7. Venetsev V.Z., Zakharova M.N., Rozhkova L.V. The impact of protection systems on phytosanitary condition of sowings and productivity of the spring barley variety Yaromir in the Ryazan region. *Grain Economy of Russia*. 2019; (5): 62–67 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>
8. Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Influence of herbicides and their tank mixes on infestation of spring barley crops. *Plant protection and quarantine*. 2021; (4): 25–26 (in Russian).  
[https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2021\\_4\\_25](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_4_25)
9. Ryabtseva N.A. Influence of biopreparations on formation of elements of productivity of spring barley. *Agrarian science*. 2021; (11–12): 72–75 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75>
10. Rozhkova L.V., Zakharova M.N. Influence of technology elements on the productivity of spring barley of the Rafael variety in the conditions of the Ryazan region. *Plodородie*. 2024; (6): 96–98 (in Russian).  
<https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.141.22>
11. Sheshhegova T.K., Shchennikova I.N. The response of a new barley variety Rodnik Prikamiya to the use of plant growth regulators. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2018; 64(3): 28–33 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.64.3.28-33>
12. Sabirova T.P., Sabirov R.A. Influence of biologies on the productivity of crops. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2018; (3): 18–22 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/ymholj>

## ABOUT THE AUTHORS

**Marina Nikolaevna Zakharova**  
Senior Researcher  
marina.zakharova.64@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9610-1743>

**Lyudmila Vasilyevna Rozhkova**  
Research Associate  
<https://orcid.org/0000-0001-6399-707X>

Institute of Seed Production and Agrotechnologies —  
branch of the Federal State Budgetary Scientific  
Institution “Federal Scientific Agroengineering  
Center VIM”,  
1 Parkovaya Str., Podvyaze, Ryazan region, 390502,  
Russia

УДК 633.854.78:632.952

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-151-156

Т.С. Астарханова<sup>1,2</sup> ✉Л.И. Алибалаева<sup>3</sup>Т.И. Абасова<sup>4</sup><sup>1</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия<sup>2</sup>Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия<sup>3</sup>Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия<sup>4</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Одинцово, Московская обл., Россия

✉ astarkhanova\_ts@rudn.ru

Поступила в редакцию: 10.03.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-151-156

Tamara S. Astarkhanova<sup>1,2</sup> ✉Leyla I. Alibalaeva<sup>3</sup>Tevriz I. Abasova<sup>4</sup><sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia<sup>2</sup>Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia<sup>3</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia<sup>4</sup>Federal Research Center "Nemchinovka", Odintsovo, Moscow region, Russia

✉ prichko@yandex.ru

Received by the editorial office: 10.03.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Astarkhanova T.S., Alibalaeva L.I., Abasova T.I.

# Комбинированный фунгицид для защиты масличных культур

## РЕЗЮМЕ

Подсолнечник является стратегически важной культурой в обеспечении продовольственной безопасности. Для получения высоких урожаев необходимы своевременная диагностика заболеваний и правильный выбор высокоэффективных препаратов для ее защиты. Поражается подсолнечник такими фитопатогенами, как серая гниль (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whet. [*Botrytis cinerea* Pers.] (Botrci) и белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (Sclesc). Серая гниль приводит к 60–80%-ной потере урожая, белая гниль — к снижению жира в семенах и горьковатому вкусу масла. Для исследований были подобраны нерегистрированный новый многокомпонентный фунгицид «Эльгафар, КЭ» (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола), зарегистрированный на подсолнечнике фунгицид «Амистар Голд, СК» (125 г/л азоксистробина + 125 г/л дифеноконазола). Исследования проводили на подсолнечнике сорта ВНИИМК 8883 улучшенный от ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта. В результате исследований установлено, что обработка в норме применения 0,6 л/га приводит к снижению развития серой гнили (*Botrytis cinerea*) до 4,5–4,9% и эффективности препарата 83,5%. Высокую эффективность испытываемый препарат показал и против белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum*) в нормах применения 0,4–0,6 л/га, соответствующую 82,9–84,2%. Полученные результаты подтверждают целесообразность опрыскивания фунгицидом «Эльгафар, КЭ» (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) в испытываемых нормах применения с целью увеличения урожайности и качества семян подсолнечника.

**Ключевые слова:** фунгицид, многокомпонентный, концентрат эмульсии, пропиконазол, серая гниль, белая гниль, развитие болезни, эффективность, урожайность, масличные культуры

**Для цитирования:** Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И. Комбинированный фунгицид для защиты масличных культур. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 151–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-151-156>

# Combined fungicide for the protection of oilseeds

## ABSTRACT

Sunflower is a strategically important crop in ensuring food security. To obtain high yields, timely diagnosis of diseases and the right choice of highly effective drugs for its protection are necessary. Sunflower is affected by phytopathogens such as gray rot (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whet. [*Botrytis cinerea* Pers.] (Botrci) and white rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (Sclesc). Gray rot leads to a 60–80% loss of yield, white rot leads to a decrease in fat in the seeds and a bitter taste of the oil. An unregistered new multicomponent fungicide, "Elgafar, CE" (300 g/l propiconazole + 200 g/L tebuconazole), and a sunflower-based fungicide, "Amistar Gold, SC" (125 g/l azoxystrobin + 125 g/L difenoconazole), were selected for research. The research was carried out on sunflower of the VNIIMK 8883 improved variety from the V.S. Pustovoi Federal Research Center VNIIMK. As a result of the research, it was found that treatment with a norm of 0.6 l/ha leads to a decrease in the development of gray rot (*Botrytis cinerea*) to 4.5–4.9% and the effectiveness of the drug 83.5%. The tested drug also showed high efficacy against white rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) at application rates of 0.4–0.6 l/ha, corresponding to 82.9–84.2%. The results obtained confirm the expediency of spraying with the fungicide "Elgafar, CE" (300 g/l propiconazole + 200 g/l tebuconazole) in the tested application rates in order to increase the yield and quality of sunflower seeds.

**Key words:** fungicide, multicomponent, emulsion concentrate, propiconazole, gray rot, white rot, disease development, efficacy, yield, oilseeds

**For citation:** Astarkhanova T.S., Alibalaeva L.I., Abasova T.I., Combined fungicide for the protection of oilseeds. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 151–156 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-151-156>

## Введение/Introduction

Подсолнечник занимает ведущее место среди масличных культур на юге России, однако, несмотря на значительные посевные площади, средняя урожайность остается низкой — всего 10–13 ц с 1 га. Это тревожная тенденция, учитывая стратегическое значение этой культуры для региона и всей страны.

По данным Росстата, в хозяйствах всех категорий Российской Федерации в 2024 году посевные площади под масличными культурами занимают 18,86 млн га и выросли относительно 2023 года на 7,1%. В 2024 году подсолнечник занимал 9755,1 тыс. га, что на 1,2% меньше, чем годом ранее, соя — 4,294 млн га (на 18,4% больше), рапс — 2,726 млн га (на 29,3% больше)<sup>1</sup>.

Даже в регионах, традиционно считающихся благоприятными для выращивания подсолнечника, таких как Республика Дагестан, наблюдается снижение посевных площадей [1–3]. Посевные площади подсолнечника в 2024 г. в Республике Дагестан в хозяйствах всех категорий занимали 2860 га, что соответствует 90,7% относительно 2023 года<sup>2</sup>.

Главной причиной низкой урожайности являются различные фитопатогены, среди которых особо выделяются серая гниль (*Botryotinia fuckeliana*, синоним *Botrytis cinerea*) и белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) [4–6]. Эти грибы поражают подсолнечник на разных стадиях развития, вызывая существенные потери урожая и снижая качество получаемого масла. Интегрированная защита растений, включающая агротехнические приемы, севооборот и применение фунгицидов, пока не обеспечивает должного уровня защиты от этих опасных патогенов [7–9].

Серая гниль, вызываемая *Botrytis cinerea*, поражает подсолнечник на протяжении всего вегетационного периода. Особенно опасны ранние поражения, когда потери урожая могут достигать катастрофических 60–80%. Грибница проникает в ткани растения, вызывая гниение стеблей, листьев и корзинок. Это приводит к преждевременному увяданию и гибели растений, что в свою очередь сказывается на общей урожайности. Более того, пораженные растения не только дают меньший урожай семян, но и семена снижают свое качество — имеют меньшую массу и меньшее содержание масла [11, 12].

Белая гниль, возбудителем которой является *Sclerotinia sclerotiorum*, проявляет себя несколько иначе. Хотя поражение может происходить на разных стадиях развития, его наиболее ощутимые последствия проявляются на более поздних этапах. Поражение стеблей белой гнилью приводит к развитию гнили и, как результат, потере урожая. Однако, в отличие от серой гнили, главная проблема здесь не столько в полном уничтожении растения, сколько в снижении качества

семян. Семена, пораженные белой гнилью, содержат значительно меньше масла, а само масло приобретает неприятный горьковатый привкус, что существенно снижает его товарную ценность и ограничивает его использование в пищевой промышленности [13, 14].

Борьба с серой и белой гнилью — ключевой фактор повышения урожайности подсолнечника. Необходимость своевременных и эффективных мер защиты обусловлена не только экономическими, но и стратегическими соображениями, учитывая важность подсолнечника как важной масличной культуры в сельском хозяйстве России.

Проблема усугубляется тем, что эффективность традиционных методов защиты, включая химические обработки фунгицидами, часто оказывается недостаточной, требуя поиска новых подходов и совершенствования существующих. Комплексный подход, сочетающий эффективные химические методы с продуманными агротехническими мерами, является единственным путем решения данной проблемы [15].

*Цель проведенных полевых исследований* — оценка эффективности нового комбинированного фунгицида, обозначенного как «Эльгафар, КЭ», защита подсолнечника от грибных заболеваний в условиях юга России.

Исследования проводили на протяжении вегетационного периода с особым вниманием к динамике развития болезней и реакции растений на обработку. В качестве контрольной группы использовали известный и широкоприменяемый фунгицид «Амистар Голд, СК».

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в Хасавюртовском районе (Республика Дагестан, Россия) на участке опытной станции им. Кирова — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» за 2023–2024 годы.

Почвы опытных участков луговые и лугово-каштановые, по гранулометрическому составу средне- и тяжелосуглинистые. Содержание гумуса — 2,8%, pH — 8,2.

По обеспеченности доступными формами азота, калия и фосфора почвы относятся к средне- и сильно нуждающимся. Содержание в пахотном слое почвы легкогидролизуемого азота (5,61 мг / 100 г почвы), обменного калия (32,0 мг / 100 г почвы) и подвижного фосфора (1,82 мг / 100 г почвы) низкое.

В исследованиях применяли не зарегистрированный в Государственном каталоге новый многокомпонентный фунгицид «Эльгафар, КЭ» (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) производства ООО «Шанс» (Россия) в вариантах применения препарата в нормах расхода 0,4 л/га и 0,6 л/га (двукратно с интервалом в 14 дней).

<sup>1</sup> mzh.sr.ru/news/novosti-otrasli/rosstat-soobshhil

<sup>2</sup> 05.rosstat.gov.ru/storage/mediabank

В качестве эталона выбран зарегистрированный на подсолнечнике фунгицид «Амистар Голд, СК» (125 г/л азоксистробина + 125 г/л дифеноконазола) производства ООО «Сингента» (Швейцария) в норме расхода 0,6 л/га. В качестве контроля выбран вариант опыта, который не обрабатывается пестицидами.

В данном исследовании вредными объектами служили серая гниль (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whet. [*Botrytis cinerea* Pers.] (Botrcl) и белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (Sclesc).

Материалами исследований служили семена подсолнечника сорта ВНИИМК 8883 улучшенный от ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта.

В работе были использованы Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве<sup>3</sup>, масса 1000 зерен — ГОСТ 10842<sup>4</sup>, гумус — ГОСТ 26213<sup>5</sup>, нитратный азот — ГОСТ 26951<sup>6</sup>, обменный аммоний — ГОСТ 26489<sup>7</sup>, гидролитическая кислотность — ГОСТ 27821<sup>8</sup>, подвижный калий и фосфор — ГОСТ Р 54650-2011<sup>9</sup>.

Результаты опыта были обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову<sup>10</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для объективной оценки эффективности фунгицидов проводили регулярный учет распространности и степени поражения растений белой и серой гнилью. Первые учеты проводили непосредственно перед обработкой, что позволило определить исходный уровень поражения.

Последующие учеты осуществляли через 15-дневные интервалы вплоть до уборки урожая. Это позволило отследить динамику развития болезней под воздействием обработок и проанализировать длительность защитного эффекта.

Результаты учетов, проведенных через 15 дней после первой обработки, показали высокую эффективность препарата «Эльгафар, КЭ». Биологическая эффективность препарата в норме 0,4 л/га составила 65,9%, а в норме 0,6 л/га — 68,3%. Эти показатели оказались сопоставимы с эффективностью контрольного препарата «Амистар Голд, СК» (67,5% при норме 0,6 л/га). Статистически значимых различий между вариантами опыта с применением «Эльгафар, КЭ» в разных нормах и контрольным препаратом выявлено не было. Все опытные варианты существенно отличались от контрольной группы, где уровень поражения был значительно выше.

В последующие периоды наблюдений развитие болезней в опытных вариантах с применением «Эльгафар, КЭ» практически не прогрессировало. Уровень поражения растений колебался в пределах 4,8–5,1% при норме 0,4 л/га и 4,5–4,9% при норме 0,6 л/га. Напротив, в контрольной группе уровень поражения неуклонно возрастал, достигнув значений 19,8–29,7%. Это наглядно демонстрирует высокую защитную эффективность препарата «Эльгафар, КЭ». К моменту последнего учета, проведенного перед уборкой урожая, эффективность препарата «Эльгафар, КЭ» составила 82,8–83,5% (в зависимости от нормы применения), что практически идентично эффективности контрольного препарата «Амистар Голд, СК» (83,2%) (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической эффективности препарата «Эльгафар, КЭ» в защите подсолнечника от серой гнили в условиях юга России, сопоставимой с эффективностью эталонного препарата. Эти результаты подтверждают перспективы применения препарата «Эльгафар, КЭ» в сельскохозяйственной практике для обеспечения надежной защиты подсолнечника от грибных заболеваний.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение эффективности препарата против белой гнили.

Первый учет был проведен через 15 суток после обработки. Результаты показали, что обработка подсолнечника препаратом «Эльгафар, КЭ» в нормах расхода 0,4 л и 0,6 л на 1 га продемонстрировала высокую биологическую эффективность в борьбе с белой гнилью. Уровень поражения растений белой гнилью в контрольной группе (без обработки) составил 9,1%. В опытных вариантах, обработанных препаратом «Эльгафар, КЭ», заболеваемость была значительно ниже — всего 2,9% и 2,7% соответственно для норм 0,4 л/га и 0,6 л/га. Это свидетельствует о существенном снижении развития заболевания уже на ранней стадии. Полученные результаты указывают на впечатляющую эффективность препарата — 68,1–70,3% на 15-е сутки после обработки.

Повторный учет состояния растений проводили непосредственно перед уборкой урожая. К этому времени эффективность препарата «Эльгафар, КЭ» в тех же нормах применения (0,4 л/га и 0,6 л/га) достигла еще более высоких показателей — 82,9% и 84,2% соответственно.

В контрольной группе уровень поражения белой гнилью к этому времени вырос до 23,4%, что наглядно демонстрирует прогрессирующий

<sup>3</sup> Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. Санкт-Петербург. 2009; 377.

<sup>4</sup> ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

<sup>5</sup> ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

<sup>6</sup> ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

<sup>7</sup> ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония.

<sup>8</sup> ГОСТ 27821-2020 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.

<sup>9</sup> ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

<sup>10</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 385.

Таблица 1. Эффективность фунгицида «Эльгафар, КЭ» в отношении степени развития серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.) и белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (SCLESC) на подсолнечнике

Table 2. Efficiency of the fungicide “Elgafar, EC” in relation to the degree of development of gray (*Botrytis cinerea* Pers.) and white rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (SCLESC) on sunflower

| Вариант опыта                                                         | Норма расхода препарата, л/га | Учеты                             |                                |                                   |                                |                                   |                                |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                                                                       |                               | 1-й учет                          |                                | 2-й учет                          |                                | 3-й учет                          |                                |
|                                                                       |                               | Интенсивность развития болезни, % | биологическая эффективность, % | интенсивность развития болезни, % | биологическая эффективность, % | интенсивность развития болезни, % | биологическая эффективность, % |
| Серая гниль ( <i>Botrytis cinerea</i> Pers.)                          |                               |                                   |                                |                                   |                                |                                   |                                |
| «Эльгафар, КЭ»<br>(300 г/л пропиконазола +<br>+ 200 г/л тебуконазола) | 0,4                           | 4,2                               | 65,9                           | 4,8                               | 75,8                           | 5,1                               | 82,8                           |
| «Эльгафар, КЭ»<br>(300 г/л пропиконазола +<br>+ 200 г/л тебуконазола) | 0,6                           | 3,9                               | 68,3                           | 4,5                               | 77,3                           | 4,9                               | 83,5                           |
| «Амистар Голд, СК»<br>(эталон)                                        | 0,6                           | 4,0                               | 67,5                           | 4,6                               | 76,8                           | 5,0                               | 83,2                           |
| Контроль                                                              | –                             | 12,3                              | –                              | 19,8                              | –                              | 29,7                              | –                              |
| Белая гниль ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary (SCLESC) |                               |                                   |                                |                                   |                                |                                   |                                |
| «Эльгафар, КЭ»<br>(300 г/л пропиконазола +<br>+ 200 г/л тебуконазола) | 0,4                           | 2,9                               | 68,1                           | 3,6                               | 75,8                           | 4,0                               | 82,9                           |
| «Эльгафар, КЭ»<br>(300 г/л пропиконазола +<br>+ 200 г/л тебуконазола) | 0,6                           | 2,7                               | 70,3                           | 3,3                               | 77,9                           | 3,7                               | 84,2                           |
| «Амистар Голд, СК»                                                    | 0,6                           | 2,8                               | 69,2                           | 3,5                               | 76,5                           | 3,8                               | 83,8                           |
| Контроль                                                              | –                             | 9,1                               | –                              | 14,9                              | –                              | 23,4                              | –                              |

характер заболевания без применения защитных мер. Важно отметить, что эффективность препарата «Эльгафар, КЭ» в обеих испытанных нормах применения оказалась сопоставимой и не уступала эталонному препарату «Амистар Голд, СК» (0,6 л/га), что подтверждает высокое качество и эффективность тестируемого фунгицида.

Различия в результатах между вариантами опыта находились в пределах статистической погрешности.

Все обработанные варианты опытов демонстрировали значительно лучшие результаты, чем контрольная группа (табл. 1).

Более того, двукратное применение препарата «Эльгафар, КЭ» с интервалом в 10–14 дней способствовало не только эффективному контролю над серой и белой гнилью, но и значительному повышению урожайности подсолнечника. В вариантах с применением препарата в нормах 0,4 л/га и 0,6 л/га урожайность увеличилась на 19,9% и 24,4% соответственно. Эти показатели оказались практически идентичными результатам, полученным с применением эталонного препарата «Амистар Голд, СК» (21,8% прироста урожайности), что еще раз подтверждает высокую эффективность препарата «Эльгафар, КЭ».

Таблица 2. Урожайность семян подсолнечника сорта ВНИИМК 8883 при применении препарата «Эльгафар, КЭ» (2023–2024 гг.)

Table 2. Yield of sunflower seeds of the VNIIMK 8883 variety when using the drug “Elgafar, KA” (2023–2024)

| Варианты опыта                | Масса 1000 семян, г | Средняя урожайность |              |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
|                               |                     | ц/га                | % к контролю |
| «Эльгафар, КЭ» — 0,4 л/га     | 68,8                | 18,7                | 119,9        |
| «Эльгафар, КЭ» — 0,6 л/га     | 72,1                | 19,4                | 124,4        |
| «Амистар Голд, СК» — 0,6 л/га | 70,2                | 19,0                | 121,8        |
| Контроль                      | 64,1                | 15,6                | 100          |
| НСР <sub>05</sub>             | 0,69                | 1,8                 |              |

Положительное воздействие препарата подтверждается улучшением качества семян. Масса 1000 семян в вариантах с применением препарата «Эльгафар, КЭ» в нормах 0,4 л/га и 0,6 л/га составила 68,8 г и 72,1 г соответственно, что близко к показателю эталона — 70,2 г (табл. 2).

Это свидетельствует о том, что обработка не только повышает урожайность, но и улучшает качество получаемых семян, что немаловажно с экономической точки зрения.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что применение комбинированного фунгицида «Эльгафар, КЭ» (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) способом опрыскивания растений подсолнечника в период вегетации при появлении первых признаков болезней, последующее — с интервалом 14 дней в нормах применения 0,4 л/га и 0,6 л/га снижает развитие болезни и надежно защищает посевы подсолнечника от серой и белой гнили.

### Выводы/Conclusions

С целью увеличения урожайности подсолнечника за счет улучшения качества семян и снижения доли поражения их серой гнилью (*Botrytis cinerea*) и белой гнилью (*Sclerotinia sclerotiorum*) целесообразно использовать двукратное применение многокомпонентных фунгицидов, таких как «Эльгафар, КЭ» и «Амистар Голд, СК», который состоит из 125 г/л азоксистробина и 125 г/л дифеноконазола.

В конечном итоге это приведет к значительному снижению развития заболеваний до уровня, который находится ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ). Это в свою очередь обеспечивает надежную защиту подсолнечника в наиболее критический период его роста, который охватывает время от начала бутонизации до момента уборки урожая. Полученные в ходе исследования данные могут быть использованы для проведения регистрационных испытаний, что позволит более точно оценить эффективность применения данных препаратов и их влияние на здоровье и продуктивность подсолнечника.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБОУ ВО «ЧГУ им А.А. Кадырова» (тема FECS-2025-0001).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плужникова И.И., Криушин Н.В. Оценка эффективности использования фунгицидов на растениях подсолнечника в разные фазы его развития. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021; 64(2): 61–64. <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-2-61-64>
2. Есаулко А.Н., Котова А.С., Аль-Аттафи М.К.Р., Подколзин А.И., Голосной Е.В. Оптимизация минерального питания подсолнечника в условиях Центрального Предкавказья. *Плодородие*. 2022; (6): 12–14. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.03>
3. Шаповалова Н.Н., Володин А.Б., Менькина Е.А., Ахмедшина Д.А. Влияние последствий длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна сорго на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья. *Зерновое хозяйство России*. 2023; (2): 84–91. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91>
4. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков Н.М. Интегрированная защита подсолнечника. *Защита и карантин растений*. 2011; (2): 50–56. <https://elibrary.ru/ntmktb>
5. Lee H.K., Tewari J.P., Turkington T.K. Symptomless infection of barley seed by *Rhynchosporium secalis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2001; 23(3): 315–317. <https://doi.org/10.1080/07060660109506947>
6. Izaguirre-Mayoral M.L., Carballo O., Alceste C., Romano M., Nass H.A. Physiological Performance of Asymptomatic and Yellow Leaf Syndrome-affected Sugarcanes in Venezuela. *Journal of Phytopathology*. 2002; 150(1): 13–19. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00709.x>
7. Kintzios S. et al. The application of the bioelectric recognition assay for the detection of human and plant viruses: definition of operational parameters. *Biosensors and Bioelectronics*. 2001; 16(7–8): 467–480. [https://doi.org/10.1016/S0956-5663\(01\)00161-0](https://doi.org/10.1016/S0956-5663(01)00161-0)
8. Астарханова Т.С., Алибалаев Д.А., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И. Эффективность современных фунгицидов в защите зерновых культур. *Аграрная наука*. 2024; (9): 101–106. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106>
9. Behzad A. et al. Effectiveness of *Rhodococcus erythropolis* strain OPI-01 on the fungal development in winter wheat. *Biodiversitas*. 2024; 25(3): 1063–1070. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250320>
10. Chane A. et al. Biocontrol of Soft Rot: Confocal Microscopy Highlights Virulent Pectobacterial Communication and Its Jamming by *Rhodococcal* Quorum-Quenching. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2019; 32(7): 802–812. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-18-0314-R>
11. Иванова О.М., Ерофеев С.А., Ветрова С.В., Макаров М.Р. Эффективность удобрения под подсолнечник на черноземе, типичном Тамбовской области. *Масличные культуры*. 2021; (3): 29–34. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-29-34>
12. Долженко В.И., Кармазин А.П., Астарханова Т.С. Пестициды и их действие на человека и окружающую среду. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2023; 18(4): 455–463. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-455-463>
13. Verdenelli R.A., Dominchin M.F., Pérez-Brandan C., Rovea A., Vargas-Gil S., Meriles J.M. Effect of long-term mineral fertilisation on soil microbial abundance, community structure and diversity in a Typic Hapludoll under intensive farming systems. *Annals of Applied Physiology*. 2019; 175(3): 363–375. <https://doi.org/10.1111/aab.12546>
14. Ивебор М.В., Пикалова Н.А., Фролов С.С., Фролова И.Н. Фитопатогенные микромицеты в семенах подсолнечника в условиях Краснодарского края. *Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции*. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий. 2019; 1: 417–422. <https://elibrary.ru/sueyhn>
15. Подварко А.Т., Есипенко Л.П., Кустадинчев А.Д. Эффективность биорациональных средств защиты посевов подсолнечника от болезней в условиях Краснодарского края. *Земледелие*. 2021; (6): 41–44. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>

## FUNDING

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Kadyrov CHSU (FECS-2025-0001 topic).

## REFERENCES

1. Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. Evaluation of the effectiveness of the use of fungicides on sunflower plants in different phases of its development. *International Agricultural Journal*. 2021; 64(2): 61–64 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-2-61-64>
2. Esaulko A.N., Kotova A.S., Al-Attafi M.K.R., Podkolzin A.I., Golosnoy E.V. Optimization of sunflower mineral nutrition in the conditions of the Central Caucasus. *Plodородие*. 2022; (6): 12–14 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.03>
3. Shapovalova N.N., Volodin A.B., Menkina E.A., Akhmedshina D.A. The influence of the aftereffect of long-term use of mineral fertilizers on sorghum grain productivity and quality on ordinary blackearth of the Central Pre-Caucasus. *Grain Economy of Russia*. 2023; (2): 84–91 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91>
4. Lukomets V.M., Piven V.T., Tishkov N.M. Integrated method of sunflower protection. *Plant protection and quarantine*. 2011; (2): 50–56 (in Russian). <https://elibrary.ru/ntmktb>
5. Lee H.K., Tewari J.P., Turkington T.K. Symptomless infection of barley seed by *Rhynchosporium secalis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2001; 23(3): 315–317. <https://doi.org/10.1080/07060660109506947>
6. Izaguirre-Mayoral M.L., Carballo O., Alceste C., Romano M., Nass H.A. Physiological Performance of Asymptomatic and Yellow Leaf Syndrome-affected Sugarcanes in Venezuela. *Journal of Phytopathology*. 2002; 150(1): 13–19. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00709.x>
7. Kintzios S. et al. The application of the bioelectric recognition assay for the detection of human and plant viruses: definition of operational parameters. *Biosensors and Bioelectronics*. 2001; 16(7–8): 467–480. [https://doi.org/10.1016/S0956-5663\(01\)00161-0](https://doi.org/10.1016/S0956-5663(01)00161-0)
7. Astarhanova T.S., Alibalaev D.A., Alibalaeva L.I., Abasova T.I. The effectiveness of modern fungicides in the protection of grain crops. *Agrarian science*. 2024; (9): 101–106 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106>
9. Behzad A. et al. Effectiveness of *Rhodococcus erythropolis* strain OPI-01 on the fungal development in winter wheat. *Biodiversitas*. 2024; 25(3): 1063–1070. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250320>
10. Chane A. et al. Biocontrol of Soft Rot: Confocal Microscopy Highlights Virulent Pectobacterial Communication and Its Jamming by *Rhodococcal* Quorum-Quenching. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2019; 32(7): 802–812. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-18-0314-R>
11. Ivanova O.M., Erofeev S.A., Vetrova S.V., Makarov M.R. The effectiveness of fertilizer for sunflower on typical black soil of the Tambov region. *Oil Crops*. 2021; (3): 29–34 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-29-34>
12. Dolzhenko V.I., Karmazin A.P., Astarhanova T.S. Effects of pesticides on human health and environment. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(4): 455–463 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-455-463>
13. Verdenelli R.A., Dominchin M.F., Pérez-Brandan C., Rovea A., Vargas-Gil S., Meriles J.M. Effect of long-term mineral fertilisation on soil microbial abundance, community structure and diversity in a Typic Hapludoll under intensive farming systems. *Annals of Applied Physiology*. 2019; 175(3): 363–375. <https://doi.org/10.1111/aab.12546>
14. Ivebor M.V., Pikalova N.A., Frolov S.S., Frolova I.N. Phytopathogenic micromycetes in sunflower seeds in the conditions of the Krasnodar Territory. *Innovative research and development for scientific support of the production and storage of environmentally friendly agricultural and food products. Collection of materials of the III International scientific and practical conference*. Krasnodar: State All-Russian scientific research institute of tobacco, makhorka and tobacco products of All-Russian Academy of Agriculture. 2019; 1: 417–422 (in Russian). <https://elibrary.ru/sueyhn>
15. Podvarko A.T., Esipenko L.P., Kustadinchev A.D. Efficiency of bio-rational means of protecting sunflower crops from diseases in the Krasnodar Territory. *Zemledelie*. 2021; (6): 41–44 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>

16. Гаршин М.В. Оценка эффективности фунгицидов при химической защите подсолнечника. *Синергия наук*. 2017; 14: 906–910.  
<https://elibrary.ru/zdrimj>

## ОБ АВТОРАХ

**Тамара Саржановна Астарханова**<sup>1,2</sup>  
 доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
[astarkhanova\\_ts@rudn.ru](mailto:astarkhanova_ts@rudn.ru)  
<https://orcid.org/0009000443499486>

**Лейла Ибрагимовна Алибалаева**<sup>3</sup>  
 кандидат экономических наук, доцент  
[leyla.alibalaeva@gmail.com](mailto:leyla.alibalaeva@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6995-9354>

**Тевриз Ибрагимовна Абасова**<sup>4</sup>  
 кандидат биологических наук,  
 ведущий научный сотрудник  
[tevriz-ast@mail.ru](mailto:tevriz-ast@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-1431-9309>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
 им. Патриса Лумумбы,  
 ул. им. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия

<sup>2</sup>Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова,  
 ул. им. Шерипова, 32, Грозный, 364907, Россия

<sup>3</sup>Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
 Стремянный пер. 36, Москва, 115054, Россия

<sup>4</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,  
 ул. Агрохимиков, 6, Одинцово, Московская обл., 143026, Россия

16. Garshin M.V. Assessment efficiency of fungicides at chemical protection of sunflower. *Sinergiya nauk*. 2017; 14: 906–910 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/zdrimj>

## ABOUT THE AUTHORS

**Tamara Sarzhanovna Astarkhanova**<sup>1,2</sup>  
 Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
[astarkhanova\\_ts@rudn.ru](mailto:astarkhanova_ts@rudn.ru)  
<https://orcid.org/0009000443499486>

**Leila Ibragimovna Alibalaeva**<sup>3</sup>  
 Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
[leyla.alibalaeva@gmail.com](mailto:leyla.alibalaeva@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6995-9354>

**Tevriz Ibragimovna Abasova**<sup>4</sup>  
 Candidate of Biological Sciences,  
 Leading Research  
[tevriz-ast@mail.ru](mailto:tevriz-ast@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-1431-9309>

<sup>1</sup>'Peoples' Friendship University of Russia named  
 after Patrice Lumumba,  
 6 Miklukho-Maklay Str., Moscow, 117198, Russia

<sup>2</sup>Kadyrov Chechen State University,  
 32 Sheripov Str., Grozny, 364907, Russia

<sup>3</sup>Plekhanov Russian University of Economics,  
 36 Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russia

<sup>4</sup>Federal Research Center "Nemchinovka",  
 6 Agrochemikov Str., Odintsovo, Moscow region, 143026, Russia

# 15–17 ОКТЯБРЯ 2025

# АГРОРУСЬ

34-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА



ЭКСПОЗИЦИИ РЕГИОНОВ



ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ



ОТРАСЛЕВОЙ КОНКУРС  
 «ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ»

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ:

+7 (812) 240 40 40, ДОБ. 2980, 2427, 2401

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1 | КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

16+



РЕКЛАМА



УДК 631.86:631.559:633.88

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-157-163

Е.В. Сумина

О.Ю. Артемова ✉

С.В. Белецкий

Белгородский филиал ФГБНУ  
«Всероссийский институт  
лекарственных и ароматических  
растений», пос. Майский,  
Белгородская обл., Россия

✉ kuren.olya@rambler.ru

Поступила в редакцию: 31.03.2025

Одобрена после рецензирования: 11.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

© Сумина Е.В., Артемова О.Ю.,  
Белецкий С.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-157-163

Ekaterina V. Sumina

Olga Yu. Artemova ✉

Sergey V. Beletsky

Belgorod branch All-Russian Scientific  
Research Institute of Medicinal and  
Aromatic Plants, Maysky settlement,  
Belgorod region, Russia

✉ kuren.olya@rambler.ru

Received by the editorial office: 31.03.2025

Accepted in revised: 11.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

© Sumina E.V., Artemova O.Yu., Beletsky S.V.

## Влияние микробиологических удобрений на урожайность и качество травы эхинацеи пурпурной

### РЕЗЮМЕ

Выявление закономерностей формирования урожайности и качества травы эхинацеи пурпурной в зависимости от некорневых подкормок микробиологическими удобрениями «Биогор Развитие» и «Биогор Финиш» в разных дозах и сочетаниях — цель данного исследования.

Полевые опыты были проведены в 2022–2024 гг. на базе Белгородского филиала ФГБНУ ВИЛАР. Исследования выполнены на посевах эхинацеи пурпурной 2-го года вегетации согласно пункту программы ФНИ в РФ по теме FGUU-2025-0006. В среднем за три года исследований наибольшая урожайность травы была отмечена на вариантах опыта «Биогор Развитие» в дозе 2,0 л/га + «Биогор Финиш» в дозе 1,0 л/га, «Биогор Развитие» в дозе 2,0 л/га + «Биогор Финиш» в дозе 2,0 л/га, «Биогор Развитие» двукратно в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Биогор Финиш» в дозе 1,0 л/га, «Биогор Развитие» двукратно в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Биогор Финиш» в дозе 2,0 л/га, составив, соответственно, 1,84 т/га, 1,87 т/га, 1,99 т/га и 2,01 т/га, что выше контроля на 0,80 т/га, 0,83 т/га, 0,95 т/га и 0,97 т/га. Лучший показатель по сумме фенолпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в траве эхинацеи был отмечен на варианте опыта с «Биогор Финиш» в дозе 2,0 л/га, составив 4,23%. Применение препаратов «Биогор Развитие» и «Биогор Финиш» способствовало активизации ростовых процессов растений, повышению урожайности и качества травы эхинацеи в условиях Белгородской области.

**Ключевые слова:** эхинацея пурпурная, микробиологическое удобрение, морфометрические показатели, урожайность, качество сырья

**Для цитирования:** Сумина Е.В., Артемова О.Ю., Белецкий С.В. Влияние микробиологических удобрений на урожайность и качество травы эхинацеи пурпурной. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 157–163.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-157-163>

## Effect of microbiological fertilizers on the yield and quality of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. grass.

### ABSTRACT

The aim of the research was to identify patterns in the formation of yield and quality of *Echinacea purpurea* grass depending on foliar feeding with microbiological fertilizers “Biogor Razvitie” and “Biogor Finish” in different doses and combinations.

Field experiments were conducted at the Belgorod branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR. The studies were carried out on *Echinacea purpurea* crops of the second year of vegetation in accordance with the Item of the FNI program in the Russian Federation on topic FGUU-2025-0006. On average, over three years of research, the highest grass yield was observed in the experimental variants “Biogor Razvitie” at a dose of 2.0 l/ha + “Biogor Finish” at a dose of 1.0 l/ha, “Biogor Razvitie” at a dose of 2.0 l/ha + “Biogor Finish” at a dose of 2.0 l/ha, “Biogor Razvitie” twice at doses of 2.0 and 1.0 l/ha + “Biogor Finish” at a dose of 1.0 l/ha, “Biogor Razvitie” twice at doses of 2.0 and 1.0 l/ha + “Biogor Finish” at a dose of 2.0 l/ha, amounting to 1.84, 1.87, 1.99 and 2.01 t/ha, respectively, which is higher than the control by 0.80, 0.83, 0.95 and 0.97 t/ha. The best indicator for the sum of phenylpropanoids in terms of chicoric acid in echinacea grass was noted in the experimental variant “Biogor Finish” at a dose of 2.0 l/ha, amounting to 4.23%. Thus, the use of the preparations “Biogor Razvitie” and “Biogor Finish” contributed to the activation of plant growth processes, an increase in the yield and quality of echinacea grass in the conditions of the Belgorod region.

**Key words:** *Echinacea purpurea* (L.) Moench., microbiological fertilizer, morphometric parameters, yield, quality of raw materials

**For citation:** Sumina E.V., Artemova O.Yu., Beletsky S.V. Effect of microbiological fertilizers on the yield and quality of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. grass. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 157–163 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-157-163>

## Введение/Introduction

В настоящее время одним из социально значимых вопросов государства является обеспечение здоровья населения. На протяжении столетий люди в нашей стране использовали растения для лечения [1]. В последние годы в традиционной и народной медицине наблюдается повышенный интерес к лекарственным растениям и фитопрепаратам для лечения и профилактики различных заболеваний человека [2–4]. Они характеризуются широкой амплитудой биологической активности, мягкостью терапевтического действия, возникновением меньшего количества осложнений, особенно аллергических реакций, высокой эффективностью на начальных стадиях хронических заболеваний, а также при сопутствующих функциональных нарушениях [5]. В связи с этим актуальной задачей стало решение проблемы обеспечения фармацевтической отрасли лекарственным растительным сырьем высокого качества.

Эхинацея пурпурная — ценная лекарственная культура с широким спектром фармакологического действия, что определяет постоянный высокий интерес к ее изучению [7–9]. Полученные на основе эхинацеи пурпурной лекарственные препараты обладают иммуномодулирующими, ранозаживляющими, противовоспалительными, антимикробными, противовирусными свойствами. Поэтому они занимают одно из лидирующих мест по объему продаж среди растительных лекарственных средств как в нашей стране, так и за рубежом.

Эхинацея используется при лечении полиартрита, тонзиллита, диабета, при кожных, урологических и гинекологических заболеваниях. Стоит отметить, что, помимо широкого применения в медицине, эхинацею можно возделывать как медоносное, декоративное и кормовое растение [10, 11]. Поэтому исследования, направленные на совершенствование методов возделывания эхинацеи пурпурной, являются довольно актуальными. Они будут способствовать созданию сырьевой базы для производства фитопрепаратов на основе эхинацеи пурпурной, а также развитию отечественного лекарственного растениеводства.

Для повышения продуктивности лекарственных культур и улучшения качества получаемого растительного сырья необходимо совершенствование агротехнологий на основе современных достижений аграрной науки и практики сельскохозяйственного производства. На сегодняшний день вектор направленности социально-экономической политики АПК страны направлен на экологизацию и стимулирование производства экологически безопасной продукции. Необходимо помнить, что широкое использование пестицидов и агрохимикатов повышает экологический риск деградации природы [6].

В современных агротехнологиях лекарственных культур сравнительно новым, но весьма перспективным направлением является применение

микробиологических удобрений, которые положительно действуют на ростовые процессы растений, повышают урожайность и качество сырья [2]. Они представляют собой биопрепараты, состоящие из ризосферных бактерий, которые прямо или косвенно способствуют росту растений (PGPR).

К механизмам положительного влияния ризобактерий на растения относятся синтез фитогормонов, фиксация молекулярного азота из атмосферы, растворение питательных веществ в почве и повышение их доступности и усвояемости растениями, подавление роста и развития фитопатогенных грибов и бактерий. Микробиологическое удобрение может состоять из одного штамма ризобактерий или из микробных консорциумов с различными характеристиками. Разные типы биодобровений обычно действуют синергетически. Их применение позволяет повысить биологическую активность почвы, оптимизировать ее агрофизические и агрохимические свойства, ускорить разложение ранее накопленных пестицидов, снизить нормы внесения минеральных удобрений, а в конечном итоге увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить качество продукции. Поэтому биодобровения считаются эффективным инструментом устойчивого производства сельскохозяйственных культур и получения экологически безопасной растениеводческой продукции.

Вопрос использования бактериальных удобрений на лекарственных культурах изучен недостаточно, особенно на такой культуре, как эхинацея пурпурная.

*Цель исследований* — установление закономерностей формирования урожайности и качества травы эхинацеи пурпурной в зависимости от применения разных марок микробиологического удобрения «Биогор».

В задачи исследований входило изучение влияния двух марок микробиологического удобрения «Биогор» («Развитие» и «Финиш») на морфометрические параметры, биологические особенности развития растений, сырьевую продуктивность эхинацеи пурпурной в почвенно-климатических условиях Белгородской области.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевой опыт по определению влияния микробиологических препаратов на ростовые процессы растений, урожайность и сумму фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в траве эхинацеи пурпурной проводили на протяжении трех лет (с 2022 по 2024 г.) в почвенно-климатических условиях Белгородской области Российской Федерации. Опыт был заложен на базе Белгородского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений».

Комплексное микробиологическое удобрение «Биогор» серии «КМ» разработано ООО «НТЦ БИО» (г. Шебекино, Россия) совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Российская Федерация). Оно включает консорциум бактерий рода *Lactobacillus plantarum* 34, *Lactobacillus fermentum* 27, *Lactobacillus lactis. Subsp. Lactis AMS*, *Saccharomyces cerevisiae (cartsergebsis)*, *Azotobacter chroococcum A-41*, *Bacillus megaterium Ф-3*, комплекс различных водорастворимых солей, низкомолекулярных кислот, микроэлементов, комплекс фитогормонов, фитозкстрактов и витаминов. Поставщик препарата — ООО «НТЦ БИО».

Марки микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Развитие» и «Финиш») отличаются по составу органоминерального комплекса и комплекса витаминов и фитогормонов. В биопрепарате «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») содержание бора составляет 0,6%, цинка — 0,08%, марганца — 0,4%, молибдена — 0,04%, меди — 0,08%, железа — 0,8%, магния — 7,0%, серы — 12,0%, кобальта — 0,04%. Биопрепарат «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») содержит 1,8% бора, 0,08% цинка, 0,4% марганца, 0,04% молибдена, 0,15% меди, 0,8% железа, 9,6% магния и 16% серы.

Почва опытного поля — чернозем типичный среднесуглинистый тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Агрохимические показатели почвы опытного участка: содержание гумуса (по Тюрину) — 5,1%, азота легкогидролизуемого — 161 мг/кг, фосфора — 67 мг/кг, калия — 163 мг/кг, pH — 5,7.

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

В 2022 году метеорологическая весна в Белгородской области наступила на 1–7 дней раньше климатических значений. Окончание весеннего периода было зафиксировано на 7–14 дней позже климатической нормы. В III декаде марта наблюдалась теплая погода. Осадки выпадали в виде снега и дождя. В апреле были зафиксированы повышенный температурный режим и избыточное количество осадков. Май был холодным и характеризовался дефицитом дождей. Июнь отличался теплой погодой и неравномерным выпадением осадков в виде локальных ливней. В июле наблюдались преобладание прохладной погоды и крайне неравномерное выпадение осадков. Август отличался повышенными среднесуточными температурами воздуха и дефицитом осадков. В сентябре было отмечено избыточное количество осадков при повышенном температурном режиме<sup>1</sup>.

В 2023 году весна наступило рано. Март и апрель отличались повышенным температурным режимом. В мае среднесуточные температуры

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experimental scheme

| № п/п | Варианты опыта                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Контроль, обработка водой                                                                                            |
| 2     | «Развитие» 1,0 л/га в фазе 3–4 листьев                                                                               |
| 3     | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев                                                                               |
| 4     | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га после 1-го укоса                                                   |
| 5     | «Финиш» 1,0 л/га в фазе бутонизации                                                                                  |
| 6     | «Финиш» 2,0 л/га в фазе бутонизации                                                                                  |
| 7     | «Развитие» 1,0 л/га в фазе 3–4 листьев + «Финиш» 1,0 л/га в фазе бутонизации                                         |
| 8     | «Развитие» 1,0 л/га в фазе 3–4 листьев + «Финиш» 2,0 л/га в фазе бутонизации                                         |
| 9     | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев + «Финиш» 1,0 л/га в фазе бутонизации                                         |
| 10    | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев + «Финиш» 2,0 л/га в фазе бутонизации                                         |
| 11    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га в фазе 6–8 листьев + «Финиш» 1,0 л/га в фазе бутонизации |
| 12    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га в фазе 6–8 листьев + «Финиш» 2,0 л/га в фазе бутонизации |

воздуха были ниже климатической нормы. В марте и мае был отмечен недостаток дождей. Так, сумма осадков в этот период была на 4,0–35,1 мм ниже среднесуточных значений. В апреле было отмечено избыточное количество осадков, сумма которых превысила норму на 53,9 мм. Июнь и июль отличались температурным режимом в пределах среднесуточной нормы. Для августа была характерна жаркая погода. Распределение осадков в течение лета отличалось крайней неравномерностью по интенсивности. В июне и августе сложилась засушливая погода, июль отличался повышенным количеством осадков. Для сентября были характерны повышенные среднесуточные температуры воздуха и дефицит осадков<sup>1</sup>.

По данным метеопоста ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ», в 2024 году наблюдалось аномально раннее наступление весны. Апрель сложился теплым при значительном недоборе осадков. Среднесуточные температуры воздуха превышали многолетнюю норму на 67 °С. В I декаде мая наблюдалась температура воздуха ниже среднесуточной нормы. Были зарегистрированы ночные заморозки. В целом май характеризовался недобором осадков по сравнению с климатической нормой. Летний период характеризовался высокими среднесуточными температурами и дефицитом влагообеспеченности.

Полевой опыт закладывали и вели в соответствии с методикой проведения полевых опытов с лекарственными и эфирномасличными культурами<sup>2</sup> (ВИЛАР, 2023 г.). Исследования проведены на посевах эхинацеи пурпурной 2-го года вегетации (сорт Танюша).

<sup>1</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Белгородской области в 2022 году».

<sup>2</sup> Методика проведения полевых опытов с лекарственными и эфирномасличными культурами / Н.И. Ковалев, Е.Ю. Бабаева, А.Н. Цицилин и др. Издание 2-е, дополненное и переработанное. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений. 2023; 112.

Повторность опыта четырехкратная. Метод размещения делянок систематический. Учетная площадь опытной делянки 10 м<sup>2</sup>.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения, учет урожайности эхинацеи пурпурной<sup>3</sup>, уборку травы — в фазу цветения методом прямого поделяночного взвешивания с дальнейшим пересчетом на 1 га, определение суммы фенолпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в надземной массе культуры — в Центре химии и фармацевтической технологии ВИЛАР по стандартной методике, согласно фармацевтической статье<sup>3</sup>.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Применение разных доз и сочетаний микробиологических препаратов «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») и «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в посевах эхинацеи пурпурной оказывало влияние на продолжительность вегетационного периода, рост, развитие растений и урожайность травы культуры.

Наблюдения за растениями начинали с весеннего отрастания, отмечали сроки наступления основных фенологических фаз. Отрастание эхинацеи пурпурной в годы исследований было отмечено в I–II декадах апреля. Фаза 3–4 листьев эхинацеи пурпурной наступила во II–III декадах апреля, фаза 6–8 листьев — в III декаде апреля — I декаде мая. Массовая бутонизация растений эхинацеи в годы исследований была зафиксирована в I–II декадах июня. Массовое цветение растений наступило во II–III декадах июня. Стоит отметить, что применение микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») способствовало

удлинению периода роста эхинацеи пурпурной, в течение которого происходит нарастание биомассы.

Обработка посевов эхинацеи пурпурной микробиологическими удобрениями «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») и «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») обеспечила значительное увеличение высоты растений по сравнению с контрольным вариантом (табл. 2).

В среднем за три года исследований наибольший линейный рост растений обеспечило двукратное внесение на ранних этапах вегетации микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га в комплексе с применением в фазу бутонизации «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозах 1,0 л/га (вариант 11) и 2,0 л/га (вариант 12), а также комплексное использование двух изучаемых марок препарата «Биогор» серии «КМ» в дозах по 2,0 л/га (вариант 10). Так, в фазе цветения высота растений на данных вариантах составила, соответственно, 121,0 см, 3,0 см, 123,0 см и 122,1 см, что на 24,6–26,3 см, или на 25,4–27,2%, выше, чем на контроле.

Влияние различных марок и доз микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» на процессы роста и развития растений эхинацеи пурпурной в течение вегетации находит отражение в формировании урожайности надземной массы культуры (табл. 3).

Полученные в результате исследований данные показали, что применение изучаемых марок микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» приводит к значительному росту урожайности эхинацеи пурпурной. При этом наибольшие прибавки урожая обеспечивает совместное применение изучаемых марок микробиологического удобрения.

В 2022 и 2023 годах удалось получить два укоса травы эхинацеи пурпурной. В 2022 году наивысшая урожайность травы эхинацеи пурпурной по сумме двух укосов была отмечена в вариантах опыта с двукратным применением микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га в комплексе с обработкой посевов препаратом «Биогор» серии «КМ» («Финиш») в дозах 1,0 л/га (вариант 11) и 2,0 л/га (вариант 12), которая составила, соответственно, 2,20 т/га и 2,23 т/га.

В 2023 году были получены аналогичные закономерности по общей урожайности с двух укосов травы эхинацеи пурпурной.

В 2024 году в связи со сложившимися засушливыми погодными условиями отрастание растений эхинацеи

**Таблица 2. Высота растений эхинацеи пурпурной в фазе цветения в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» разных марок, см**

**Table 2. Height of Echinacea purpurea plants in the flowering phase depending on the use of microbiological fertilizer «Biogor» series «KM» of different brands, cm**

| № п/п | Варианты опыта                                                     | Годы исследований |             |            |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|------------|
|       |                                                                    | 2022 г.           | 2023 г.     | 2024 г.    |
| 1     | Контроль, обработка водой                                          | 103,1 ± 6,2       | 108,5 ± 4,8 | 78,5 ± 2,4 |
| 2     | «Развитие» 1,0 л/га                                                | 117,2 ± 5,9       | 119,6 ± 3,9 | 85,6 ± 2,2 |
| 3     | «Развитие» 2,0 л/га                                                | 128,4 ± 3,1       | 122,8 ± 3,5 | 89,6 ± 3,2 |
| 4     | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га после 1-го укоса | 127,0 ± 2,2       | 123,9 ± 3,6 | 89,2 ± 3,0 |
| 5     | «Финиш» 1,0 л/га                                                   | 132,3 ± 4,2       | 117,2 ± 2,5 | 80,9 ± 2,9 |
| 6     | «Финиш» 2,0 л/га                                                   | 135,8 ± 3,7       | 115,4 ± 3,6 | 83,3 ± 2,8 |
| 7     | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 120,1 ± 5,2       | 126,1 ± 4,0 | 86,9 ± 2,5 |
| 8     | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 126,0 ± 4,0       | 124,1 ± 4,3 | 88,2 ± 2,7 |
| 9     | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 137,7 ± 3,5       | 127,3 ± 6,1 | 91 ± 3,0   |
| 10    | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 144,1 ± 3,8       | 128,5 ± 3,6 | 93,8 ± 3,5 |
| 11    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га        | 138,0 ± 3,4       | 133,4 ± 3,9 | 92,4 ± 2,9 |
| 12    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га        | 143,0 ± 2,4       | 130,8 ± 4,0 | 95,3 ± 3,1 |

ГФ XIV ФС.2.5.0055.15 Эхинацеи пурпурной трава.

**Таблица 3. Урожайность воздушно-сухой травы эхинацеи пурпурной в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» разных марок, т/га**

Table 3. Yield of air-dried grass Echinacea purpurea depending on the use of microbiological fertilizer "Biogor" series "KM" of different brands, t/ha

| № п/п                         | Варианты опыта                                                     | Годы исследований |          |          |          |          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|                               |                                                                    | 2022 г.           |          | 2023 г.  |          | 2024 г.  |
|                               |                                                                    | 1-й укос          | 2-й укос | 1-й укос | 2-й укос | 1-й укос |
| 1                             | Контроль, обработка водой                                          | 0,87              | 0,41     | 1,51     | 0,77     | 0,75     |
| 2                             | «Развитие» 1,0 л/га                                                | 0,95              | 0,49     | 2,26     | 0,90     | 0,99     |
| 3                             | «Развитие» 2,0 л/га                                                | 0,99              | 0,52     | 2,43     | 1,04     | 1,19     |
| 4                             | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га после 1-го укоса | 0,98              | 0,62     | 2,50     | 1,16     | 1,20     |
| 5                             | «Финиш» 1,0 л/га                                                   | 1,07              | 0,46     | 2,22     | 0,92     | 0,82     |
| 6                             | «Финиш» 2,0 л/га                                                   | 1,15              | 0,47     | 2,15     | 0,88     | 0,92     |
| 7                             | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 1,24              | 0,50     | 2,54     | 1,15     | 1,01     |
| 8                             | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 1,31              | 0,51     | 2,39     | 0,98     | 1,09     |
| 9                             | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 1,50              | 0,55     | 2,75     | 1,19     | 1,26     |
| 10                            | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 1,58              | 0,57     | 2,60     | 1,17     | 1,42     |
| 11                            | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га        | 1,50              | 0,70     | 3,14     | 1,26     | 1,33     |
| 12                            | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га        | 1,52              | 0,71     | 3,01     | 1,20     | 1,49     |
| Примечание: НСР <sub>05</sub> |                                                                    | 0,09              | 0,06     | 0,07     | 0,05     | 0,06     |

после укоса надземной массы протекало очень медленно. Растения оставались в фазе розетки листьев до конца вегетационного периода. Поэтому второй укос травы эхинацеи пурпурной не был проведен.

В среднем за три года исследований наибольшая урожайность травы эхинацеи пурпурной 1-го укоса была отмечена на вариантах с применением микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозе 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев в комплексе с «Биогор» «КМ» серии («Финиш, Ж») в дозах 1,0 л/га (вариант 9) и 2,0 л/га (вариант 10) в фазу бутонизации, а также при двукратном внесении «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозах 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га в фазе 6–8 листьев совместно с обработкой посевов препаратом «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозах 1,0 л/га (вариант 11) и 2,0 л/га (вариант 12) в фазу бутонизации, которая составила 1,84 т/га, 1,87 т/га, 1,99 т/га и 2,01 т/га соответственно, превысив контроль на 0,80 т/га, 0,83 т/га, 0,95 т/га и 0,97 т/га.

Ведущей группой биологически активных соединений травы эхинацеи пурпурной являются фенилпропаноиды, которые формируют широкий спектр ее фармакологической активности [12].

Фенилпропаноиды представляют большой класс природных органических соединений ароматического ряда. Они характеризуются антимикробными, анальгетическими, противовоспалительными и отхаркивающими свойствами, что представляет несомненный интерес для медицины [13]. Поэтому лекарственные растения, содержащие фенилпропаноиды, рассматривают в качестве источника эффективных фитопрепаратов получения лекарственных препаратов с обозначенным спектром активности.

В траве эхинацеи пурпурной сумма гидроксикоричных кислот варьирует в среднем от 2,3 до 5,0%. Основным фенилпропаноидом среди них является цикориевая кислота, которая была выделена из большинства видов рода эхинацея.

Качество травы эхинацеи пурпурной нормируется ФС.2.5.0055.15 Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV изд. по содержанию суммы фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту.

При разработке фитопрепаратов на основе травы эхинацеи пурпурной учитывают содержа-

ние в ней набора действующих и сопутствующих веществ. Наряду с фенилпропаноидами группой биологически активных соединений эхинацеи считают полисахариды, которые обуславливают ее иммуностимулирующую активность. Кроме того, в траве эхинацеи пурпурной содержатся флавоноиды и эфирное масло.

Сравнительный анализ содержания действующих веществ в траве эхинацеи пурпурной в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» за три года исследований показал, что наибольшая сумма фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту по всем вариантам опыта, кроме контрольного, была получена в 2022 году и варьировала от 3,45% (контроль) до 5,29% (вариант 6 — «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозе 2,0 л/га) (табл. 4).

В 2023 году сумма фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в траве эхинацеи пурпурной изменялась по вариантам опыта в широких пределах — от 1,48% (вариант 7 — «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозе 1,0 л/га + «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозе 1,0 л/га) до 4,66% (контроль).

Следует отметить, что при сравнении урожайности травы эхинацеи по данным вариантам опыта наблюдалась обратная закономерность. Исходя из этого, можно сделать предположение, что в стрессовых условиях вегетации растения эхинацеи максимально накапливают биологически активные соединения в соцветиях для обеспечения плодоношения с целью сохранения и распространения вида.

В 2024 году наблюдалось превышение суммы фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в траве эхинацеи пурпурной по сравнению с 2023 годом по девяти опытными вариантам, кроме контроля, а также вариантов с применением

Таблица 4. Содержание действующих веществ в траве эхинацеи пурпурной в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» разных марок, 2022–2024 гг.

Table 4. The content of active substances in the herb *Echinacea purpurea* depending on the use of microbiological fertilizer “Biogor” series “KM” of different brands, 2022–2024

| № п/п | Варианты опыта                                                     | Сумма фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту и абсолютно сухое сырье, % |             |             |               |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|---------------|
|       |                                                                    | 2022 г.                                                                             | 2023 г.     | 2024 г.     | 2022–2024 гг. |
| 1     | Контроль, обработка водой                                          | 3,45 ± 0,17                                                                         | 4,66 ± 0,14 | 3,15 ± 0,08 | 3,75          |
| 2     | «Развитие» 1,0 л/га                                                | 3,81 ± 0,19                                                                         | 3,69 ± 0,11 | 3,33 ± 0,07 | 3,61          |
| 3     | «Развитие» 2,0 л/га                                                | 4,23 ± 0,21                                                                         | 3,25 ± 0,10 | 3,47 ± 0,09 | 3,65          |
| 4     | «Развитие» 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га после 1-го укоса | 4,10 ± 0,20                                                                         | 4,09 ± 0,12 | 3,18 ± 0,05 | 3,79          |
| 5     | «Финиш» 1,0 л/га                                                   | 5,16 ± 0,26                                                                         | 3,36 ± 0,10 | 3,56 ± 0,01 | 4,03          |
| 6     | «Финиш» 2,0 л/га                                                   | 5,29 ± 0,26                                                                         | 2,86 ± 0,09 | 4,54 ± 0,03 | 4,23          |
| 7     | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 4,30 ± 0,22                                                                         | 1,48 ± 0,04 | 4,26 ± 0,08 | 3,35          |
| 8     | «Развитие» 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 4,35 ± 0,22                                                                         | 1,85 ± 0,06 | 3,67 ± 0,05 | 3,29          |
| 9     | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га                             | 4,24 ± 0,21                                                                         | 3,11 ± 0,09 | 4,08 ± 0,09 | 3,81          |
| 10    | «Развитие» 2,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га                             | 4,87 ± 0,24                                                                         | 2,95 ± 0,09 | 3,96 ± 0,09 | 3,93          |
| 11    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 1,0 л/га        | 4,43 ± 0,22                                                                         | 2,40 ± 0,07 | 4,22 ± 0,09 | 3,68          |
| 12    | «Развитие» двукратно 2,0 л/га и 1,0 л/га + «Финиш» 2,0 л/га        | 4,52 ± 0,22                                                                         | 2,57 ± 0,08 | 3,90 ± 0,10 | 3,66          |

препарата «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозе 1,0 л/га и двукратным внесением «Биогора» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га.

Наибольшая сумма фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в 2024 году была получена в вариантах опыта с применением микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозе 2,0 л/га (вариант 6), «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозе 1,0 л/га + «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозе 1,0 л/га (вариант 7), «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») двукратно в дозах 2,0 л/га и 1,0 л/га +

+ «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж») в дозе 1,0 л/га (вариант 11), составив, соответственно, 4,54%, 4,26% и 4,22%.

## Выводы/ Conclusions

Исучаемые марки и дозы микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» влияют не только на рост, развитие растений эхинацеи пурпурной, формирование биомассы культуры, но и на качество урожая. На увеличение урожайности сырья наибольшее влияние оказывало двукратное применение препарата «Биогор» серии «КМ» («Развитие, Ж») в дозе 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев и 1,0 л/га в фазе 6–8 листьев в комплексе с обработкой посевов «Биогор» серии «КМ»

(«Финиш, Ж») в дозах 1,0 л/га и 2,0 л/га в фазе бутонизации (варианты 11 и 12), при этом урожайность увеличилась на 0,95 т/га и 0,97 т/га соответственно.

В среднем за три года исследований лучшие показатели по сумме фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту в траве эхинацеи пурпурной были отмечены на вариантах с применением микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» («Финиш, Ж»), «Биогор» марки «Финиш» в дозах 1,0 л/га и 2,0 л/га, составив 4,03% и 4,23% соответственно.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Shikov A.N., Tsitsilin A.N., Pozharitskaya O.N., Makarov V.G., Heinrich M. Traditional and Current Food Use of Wild Plants Listed in the Russian Pharmacopoeia. *Frontiers in Pharmacology*. 2017; 8: 841. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00841>
- Артемова О.Ю., Сумина Е.В., Белецкий С.В. Формирование урожайности надземной массы эхинацеи пурпурной в зависимости от микробиологического удобрения «Биогор». *Новые технологии*. 2024; 20(4): 90–98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-90-98>
- Коротких И.Н., Балеев Д.Н., Морозов А.И., Мизина П.Г., Сидельников Н.И. Селекция лекарственных и ароматических растений в ВИЛАР: достижения и перспективы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021; 25(4): 433–441 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.18699/VJ21.048>
- Рязанова Т.К., Куркин В.А. Обзор подходов к стандартизации лекарственного растительного сырья, содержащего биологически активные вещества фенольной и терпеноидной природы. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2022; 17(6): 90–95. <https://www.elibrary.ru/olinhp>
- Лупанова И.А., Сайбель О.Л., Курманова Е.Н., Ферубко Е.В., Мартынич И.А., Мизина П.Г. Сравнительное изучение антиоксидантных свойств фракций экстракта травы цикория обыкновенного у крыс с токсическим гепатитом. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2022; 32(2): 55–62 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2022-32-2-55-62>

## REFERENCES

- Shikov A.N., Tsitsilin A.N., Pozharitskaya O.N., Makarov V.G., Heinrich M. Traditional and Current Food Use of Wild Plants Listed in the Russian Pharmacopoeia. *Frontiers in Pharmacology*. 2017; 8: 841. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00841>
- Artemova O.Yu., Sumina E.V., Beletsky S.V. Formation of the top yield of purple echinacea depending on the “Biogor” microbiological fertilizer. *New Technologies*. 2024; 20(4): 90–98 (in Russian). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-90-98>
- Korotkikh I.N., Baleev D.N., Morozov A.I., Mizina P.G., Sidelnikov N.I. Breeding of medicinal and essential oil crops in VILAR: achievements and prospects. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25(4): 433–441. <https://doi.org/10.18699/VJ21.048>
- Ryazanova T.K., Kurkin V.A. Review of approaches to standardization of medicinal plant raw materials containing biologically active substances of phenolic and terpenoid nature. *Bashkortostan Medical Journal*. 2022; 17(6): 90–95 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/olinhp>
- Lupanova I.A., Saybel O.L., Kurmanova E.N., Ferubko E.V., Martynchik I.A., Mizina P.G. Antitoxic Effects of Chicory Herb Extract Fractions in Rats with Toxic Hepatitis. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2022; 32(2): 55–62. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2022-32-2-55-62>

6. Гущина В.А., Никольская Е.О., Кочемазова Н.В. Формирование продуктивности эхинацеи пурпурной четвертого года жизни в лесостепи Среднего Поволжья. *Кормопроизводство*. 2023; (3): 7–11. <https://www.elibrary.ru/fcyidi>
7. Гончарова Л.Ю., Симонович Е.И., Сахарова С.В., Шиманская Е.И. Влияние некоторых удобрений («Белогор», «Лигногумат» и «Покон») на урожайность эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.) и отдельные показатели чернозема обыкновенного. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. 2012; (4): 62–65. <https://www.elibrary.ru/pciypf>
8. Гущина В.А., Никольская Е.О., Лобанова Н.Ю. Элементы технологии возделывания эхинацеи пурпурной на кормолекарственное сырье в зоне неустойчивого увлажнения. *Таврический вестник аграрной науки*. 2022; (3): 20–29. <https://www.elibrary.ru/dxsrfp>
9. Сухоцкая В.В., Жаркова Н.Н., Ермохин Ю.И. Влияние медных удобрений на формирование урожайности лекарственного сырья эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*). *Вестник КрасГАУ*. 2019; (2): 38–44. <https://www.elibrary.ru/yzsyap>
10. Такаева М.А., Астарханова Т.С. Приемы повышения урожайности эхинацеи пурпурной. *Известия Дагестанского ГАУ*. 2023; (2): 15–22. <https://www.elibrary.ru/gwoxwi>
11. Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И. Возможность получения двух видов лекарственного сырья эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) в условиях Западного Предкавказья. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018; 71: 74–79. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-71-74-79>
12. Бабаева Е.Ю., Зилфикаров И.Н., Сагарадзе В.А., Семкина О.А., Дайронас Ж.В. Определение суммы фенилпропаноидов в подземных органах эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench., Asteraceae). *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*. 2022; 15(4): 552–561. <https://www.elibrary.ru/jmygoi>
13. Куркин В.А., Варина Н.Р., Авдеева Е.В., Рузаева И.В. Фенилпропаноиды как класс природных биологически активных соединений — органопротекторов. *Фармация и фармакология*. 2023; 11(5): 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>
6. Gushchina V.A., Nikolskaya E.O., Kochemazova N.V. The productivity of four-year-old purple coneflower in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Fudder journal*. 2023; (3): 7–11 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/fcyidi>
7. Goncharova L.Yu., Simonovich E.I., Sakharova S.V., Shimanskaya E.I. The influence of some fertilizers (“Belogor”, “Lignogumat” and “Pokon”) on yield of *Echinacea purpurea* (Moench.) and single indexes of the ordinary chernozem soil. *Bulletin of Higher Education Institutes. North Caucasus Region. Natural Sciences*. 2012; (4): 62–65 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pciypf>
8. Gushchina V.A., Nikolskaya E.O., Lobanova N.Yu. Cultivation technology elements of *Echinacea purpurea* for obtaining fodder and pharmaceutical raw materials in the zone of unstable humidification. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2022; (3): 20–29 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dxsrfp>
9. Sukhotskaya V.V., Zharkova N.N., Ermokhin Yu.I. The influence of copper fertilizers on the formation of the yield of medicine raw material *Echinacea purpurea* (Moench.). *Bulletin of KrasGAU*. 2019; (2): 38–44 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yzsyap>
10. Takayeva M.A., Astarhanova T.S. Methods for increasing the yield of *Echinacea purpurea*. *Dagestan GAU Proceedings*. 2023; (2): 15–22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gwoxwi>
11. Tkhananov R.R., Sidelnikov N.I. The possibility of obtaining two types of medicinal raw material of (*Echinacea purpurea* L.) in the conditions of the Western Ciscaucasia. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018; 71: 74–79 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-71-74-79>
12. Babaeva E.Yu., Zilfikarov I.N., Sagaradze V.A., Semkina O.A., Dayronas Zh.V. Determining the amount of phenylpropanoids in belowground organs of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench., Asteraceae). *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2022; 15(4): 552–561 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jmygoi>
13. Kurkin V.A., Varina N.R., Avdeeva E.V., Ruzaeva I.V. Phenylpropanoids as a class of natural biologically active organo-protective compounds. *Pharmacy & Pharmacology*. 2023; 11(5): 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>

## ОБ АВТОРАХ

**Ольга Юрьевна Артемова**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник  
[kuren.olya@rambler.ru](mailto:kuren.olya@rambler.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5540-3013>

**Екатерина Владимировна Сумина**

младший научный сотрудник  
[esumina2017@yandex.ru](mailto:esumina2017@yandex.ru)

**Сергей Викторович Белецкий**

научный сотрудник  
[belgorod.vilar@yandex.ru](mailto:belgorod.vilar@yandex.ru)

Белгородский филиал Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений,  
пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл.,  
308503, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Olga Yurievna Artemova**

Candidate of Agricultural Sciences,  
Senior Researcher  
[kuren.olya@rambler.ru](mailto:kuren.olya@rambler.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-5540-3013>

**Ekaterina Vladimirovna Sumina**

Junior Researcher  
[esumina2017@yandex.ru](mailto:esumina2017@yandex.ru)

**Sergey Viktorovich Beletsky**

Researcher  
[belgorod.vilar@yandex.ru](mailto:belgorod.vilar@yandex.ru)

Belgorod branch of the All-Russian Scientific Research  
Institute of Medicinal and Aromatic Plants,

Maysky settlement, Belgorodsky district, Belgorod region,  
308503, Russia

УДК 664.788.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-164-171

С.В. Зверев<sup>1</sup>

И.Э. Миневич<sup>2</sup>

А.С. Васильев<sup>3</sup> ✉

Е.Н. Чумакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО Группа компаний «Мелком»,  
Тверь, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр  
лущих культур, Тверь, Россия

<sup>3</sup>Тверская государственная  
сельскохозяйственная  
академия, Тверь, Россия

✉ vasilevtgsha@mail.ru

Поступила в редакцию: 20.03.2025

Одобрена после рецензирования: 09.06.2025

Принята к публикации: 24.06.2025

© Зверев С.В., Миневич И.Э.,  
Васильев А.С., Чумакова Е.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-164-171

Sergey V. Zverev<sup>1</sup>

Irina E. Minevich<sup>2</sup>

Alexander S. Vasiliev<sup>3</sup> ✉

Elena N. Chumakova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>JSC "Melcom" Group of Companies»,  
Tver, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Center of Bast Crops,  
Tver, Russia

<sup>3</sup>Tver State Agricultural Academy,  
Tver, Russia

✉ vasilevtgsha@mail.ru

Received by the editorial office: 20.03.2025

Accepted in revised: 09.06.2025

Accepted for publication: 24.06.2025

© Zverev S.V., Minevich I.E., Vasiliev A.S.,  
Chumakova E.N.

## Продукты обрушения семян рапса: разделение и оценка качества

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Получение качественных рапсoproductов является неотъемлемой частью реализации эффективных технологий переработки семян рапса. Среди приемов предварительной подготовки семенного материала для дальнейшего применения выделяется обрушение, обеспечивающее разделение оболочки и ядра.

**Цель работы** — изучение в лабораторных условиях различных режимов дробления семян рапса и их последующего фракционирования с выделением белково-жировой компоненты в виде дробленого ядра и оболочек.

**Методика.** Объект исследований — семена ярового рапса 00-типа, соответствующие требованиям ГОСТ 10583-76. Эксперименты включали анализ технологических параметров операций процесса обрушения: дробление → ситосепарирование → пневмосепарирование. В отдельном опыте была изучена эффективность фотосепарирования измельченного материала. Биохимическую оценку продуктов обрушения выполняли в соответствии с действующими нормативно-методическими документами, математическую обработку — при помощи прикладного программного комплекса MS Excel (USA).

**Результаты.** Определено, что обрушение семян рапса при оптимизации рабочих режимов позволяет обеспечить выход (более 80%) продукта с высоким содержанием белка и жира при низком содержании клетчатки. При этом отходы после пневмосепарирования (около 20%) могут быть использованы на кормовые цели. Одновременно, учитывая ярко выраженное цветное различие ядра и примеси, для фракционирования и отделения необрушенных семян можно использовать фотосепарирование. Таким образом, при сравнительно небольших потерях удается существенно повысить качество фракции ядра при обрушивании семян рапса. Выделенное ядро богато белком (21,7%) и жиром (37,4%), но при этом в нем отсутствуют антипитательные вещества, прежде всего лигнин и другие фенольные соединения, находящиеся в оболочке семян рапса.

**Ключевые слова:** масличные семена, рапс, обрушение, продукты разделения, выход, химические характеристики

**Для цитирования:** Зверев С.В., Миневич И.Э., Васильев А.С., Чумакова Е.Н. Продукты обрушения семян рапса: разделение и оценка качества. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 164–171.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-164-171>

## Rapeseed seed collapse products: separation and quality assessment

### ABSTRACT

**Relevance.** Obtaining high-quality rapeseed products is an integral part of the implementation of effective technologies for processing rapeseed seeds. Among the methods of preliminary preparation of seed material for further use, collapse stands out, which ensures the separation of the shell and the core.

The aim of the work was to study in laboratory conditions various modes of crushing rapeseed seeds and their subsequent fractionation with the release of a protein-fat component in the form of a crushed core and shells.

**The methodology.** The object of research is 00-type spring rape seeds that meet the requirements of GOST 10583-76 (Russia). The experiments included an analysis of the technological parameters of the collapse process operations: crushing → sieve separation → pneumatic separation. In a separate experiment, the effectiveness of photoseparation of crushed material was studied. The biochemical assessment of the collapse products was carried out in accordance with the current regulatory and methodological documents, mathematical processing was carried out using the MS Excel (USA) application software package.

**Results.** It was determined that the collapse of rapeseed seeds, while optimizing operating modes, allows for the yield (more than 80%) of a product with a high protein and fat content with a low fiber content. At the same time, slopes after pneumatic separation (about 20%) can be used for feed purposes. At the same time, taking into account the pronounced color difference between the core and the impurity, photoseparation can be used for fractionation and separation of unbroken seeds. Thus, with relatively small losses, it is possible to significantly improve the quality of the core fraction during the collapse of rapeseed seeds. The isolated kernel is rich in protein (21.7%) and fat (37.4%), but it lacks anti-nutrients, primarily lignin and other phenolic compounds found in the shell of rapeseed seeds.

**Key words:** oilseeds, rapeseed, collapse, separation products, yield, chemical characteristics

**For citation:** Zverev S.V., Minevich I.E., Vasiliev A.S., Chumakova E.N. Rapeseed seed collapse products: separation and quality assessment. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 164–171 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-164-171>

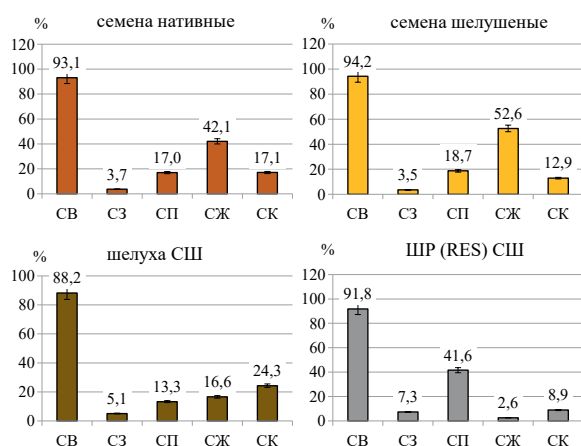
## Введение/Introduction

Рапс (*Brassica napus* L.) — важная масличная культура, экономическое значение которой в последние десятилетия существенно возросло, главным образом благодаря его широкому использованию для получения биодизеля [1–3]. Вместе с тем многими исследователями отмечается, что продукты переработки рапсовых семян имеют широчайшие перспективы для кормопроизводства и пищевой промышленности [4–6]. Это объясняется прежде всего исключительно богатым биохимическим составом как целых семян рапса, так и отдельных их частей (рис. 1).

В первую очередь семена рапса характеризуются высоким содержанием белка (степень усвояемости >80%), доля которого существенно возрастает после удаления масла (жмыхи и шроты) и оболочки [8]. Оболочка рапса содержит много грубой клетчатки, фитиновой кислоты, фенолов, танина и других антиалиментарных веществ [9]. Высокая доля клетчатки (шелухи) в жмыхах и шротах накладывает ограничения на их использование [10].

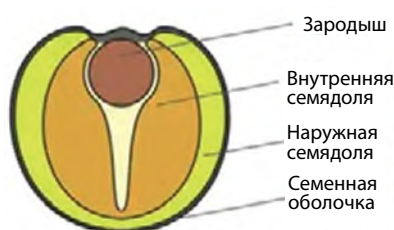
**Рис. 1.** Химический состав семян рапса и продуктов их переработки: СВ — сухое вещество, СЗ — сырая зола, СП — сырой протеин, СЖ — сырой жир, СК — сырая клетчатка, СШ — семена шелушенные, ШР — шрот рапса экстракционный [7]

**Fig. 1.** Chemical composition of rapeseed seeds and their processed products: CB — dry matter, CZ — crude ash, CP — crude protein, CJ — crude fat, CK — crude fiber, CS — husked seeds, SR — rapeseed meal extraction [7]



**Рис. 2.** Схема анатомического строения семян рапса<sup>1</sup>

**Fig. 2.** Diagram of the anatomical structure of rapeseed



<sup>1</sup> Хранить маслосемена рапса правильно. Ч. 2. Факторы высокой лежкости. Наше сельское хозяйство. 2022; 17(289) : 30–40. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49595823>

<sup>2</sup> Инструкция по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы (приказ Министерства хлебопродуктов СССР от 24 июня 1988 года № 185). <https://base.garant.ru/57499681/>

Антипитательными веществами, сдерживающими широкое применение рапса в пищевой промышленности и кормопроизводстве, являются глюкозинолаты, наличие которых придает продуктам горький вкус [2, 11]. Вместе с тем в значительной части влияние антипитательных факторов можно снизить за счет таких технологических процессов, как обрушение (предварительное удаление оболочки) и (или) гидротермическая обработка.

Эффективность обрушения семян рапса во многом определяется их физико-механическими и технологическими характеристиками. Процесс обрушения осложняет плотное прилегание семенной оболочки к семядолям (ядру) (рис. 2).

Семена рапса относятся к мелкосемянным, диаметр семени в среднем колеблется от 0,9 до 2,2 мм, масса 1000 семян — от 2,5 до 5,0 г у яровой формы и от 4,0 до 7,0 г — у озимой [12]. При этом значительная часть семени приходится на оболочку — 16–20% от его массы. Эффективность процесса отделения семенной оболочки от ядра определяется их влажностью и прочностными свойствами. Наиболее оптимальным для обрушения является повышенная сухость оболочки при пластичности ядра, достаточной для сохранения его целостности.

Изотерма равновесного влагосодержания рапса (рис. 3) сопоставима с изотермой для мелкосемянного льна, но при этом она, например, несколько выше, чем у конопли [13].

Увеличение содержания масла имеет обратную корреляцию с равновесной влажностью семян, при этом структура оболочки имеет значительно большую гигроскопичность, чем ядро.

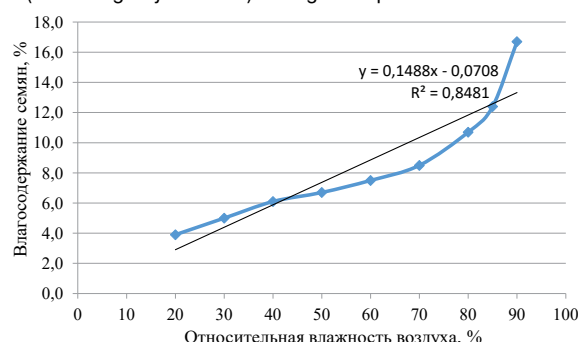
В качестве модели для равновесного влагосодержания семян рапса может быть использована, например, модель Освина в виде [14, 15]:

$$U(\varphi) = U_{\infty} \varphi / [100(1 - \varphi/100)K] \quad (1)$$

где  $\varphi$  — относительная влажность воздуха, %.

**Рис. 3.** Равновесное влагосодержание семян рапса (в среднем по сортам) при десорбции<sup>2</sup>

**Fig. 3.** The equilibrium moisture content of rapeseed seeds (on average by varieties) during desorption



В ходе определения коэффициентов модели их значения составили, соответственно,  $U_v = 10,9$  и  $K = 0,032$  при  $R^2 = 0,985$ .

В целом предварительное отделение ядра от оболочек (обрушение) стоит рассматривать как один из основных процессов улучшения технологий получения пищевых и кормовых рапсoproductов высокого качества [16, 17]. В частности, существенно повышается выход масла за счет исключения его адсорбции оболочками, улучшаются его качественные характеристики. Одновременно возрастает производительность маслоэкстракционного оборудования за счет снижения его загрузки низкомасличным балластным материалом. Выработываемый по данной технологии шрот богат белком и может успешно применяться в качестве высокобелкового сырья для нужд перерабатывающей промышленности [18].

Данный факт особенно актуален, учитывая, что, по имеющимся прогнозам, дефицит белка в питании населения планеты к 2050 г. будет составлять более 30 млн т в год [19]. В связи с этим многими специалистами отмечается, что развитие технологий переработки семян масличных культур в целом и рапса в частности в современных условиях приобретает существенное значение и способствует проведению отдельных исследовательских работ.

*Цель работы* — изучение в лабораторных условиях различных режимов дробления семян рапса и их последующего фракционирования с выделением белково-жировой компоненты в виде дробленого ядра и оболочек.

#### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования выполняли в 2023–2025 гг. в условиях Научно-технического центра Группы компаний «Мелком», лаборатории переработки лубяных культур ФНЦ ЛК и кафедры агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства Тверской ГСХА (г. Тверь).

Объект исследований — семена ярового рапса 00-типа, выращенные в Центральном районе России, соответствующие требованиям ГОСТ 10583-76<sup>3</sup>. Фракционный состав семян рапса определяли ситовым анализом (сита штампованные с круглыми отверстиями), руководствуясь требованиями ГОСТ 30483-97<sup>4</sup>.

Обрушение семян рапса проводили посредством классических для мукомольно-крупяного производства операций: измельчение (дробление), ситовое и пневмосепарирование [3]. Стоит отметить, что в общем случае на результативность обрушения оказывают влияние последовательность операций (технологическая схема)

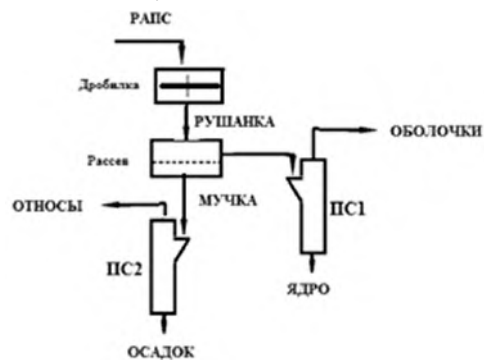
и их режимы: метод дробления и связанные с ним параметры, скорость воздуха в пневмоканалах пневмосепараторов (ПС), количество и параметры сит в отсевах. Технологические схемы обрушения семян рапса, примененные в экспериментах, представлены на рисунках 4, 5.

Дробление семян рапса в рамках эксперимента проводили на опытном образце центробежной лабораторной дробилки, специально разработанной и изготовленной для контролируемого шелушения семенных материалов, которые за счет попадания на быстровращающийся рабочий диск под действием центробежных сил разгоняются и ударяются о деку (отбойное кольцо). Интенсивность разрушения структуры семян в данном случае определяется скоростью их удара о деку. В качестве регулируемых факторов при разработке режимов дробления семян рапса выступали частота вращения рабочего диска  $N_d$  (1-й режим — 2615, 2-й режим — 3115 мин.<sup>-1</sup>) и, следовательно, скорость периферии рабочего диска  $V_{\omega}$  (1-й режим — 34, 2-й режим — 41 м/с).

Для ситового сепарирования полученной рушанки использовали лабораторные металлочные сита<sup>5, 6</sup> с обечайками из ПНД в комплекте с рассевом РЛ-5МЦ (ООО «НПП «Приборинформ»», Россия). Отвеивание оболочек производили на

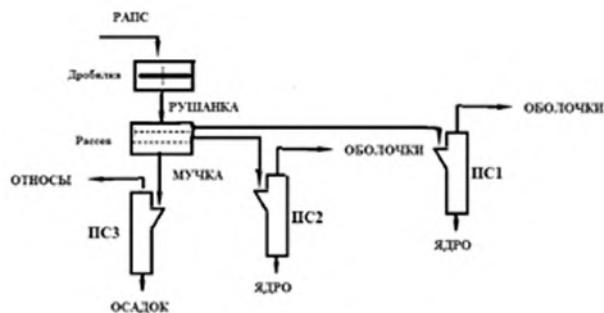
**Рис. 4.** Технологическая схема обрушения рапса (сито # 0,63 мм)

**Fig. 4.** Technological scheme of rapeseed collapse (sieve # 0.63 mm)



**Рис. 5.** Технологическая схема обрушения рапса (сита # 1,0 и 0,63 мм)

**Fig. 5.** Technological scheme of rapeseed collapse (sieves # 1.0 and 0.63 mm)



<sup>3</sup> ГОСТ 10583-76 Рапс для промышленной переработки. Технические условия.

<sup>4</sup> ГОСТ 30483-97 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей, содержания мелких зерен и крупности, содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси.

<sup>5</sup> ГОСТ Р ИСО 5223-99 Сита лабораторные для анализа зерновых культур. Технические требования.

<sup>6</sup> ГОСТ Р 51568 Сита лабораторные из металлической проволочной сетки. Технические условия.

лабораторном пневмосепараторе Petkus K-293 (PETKUS Technologie GmbH, Германия) с контролируемой при помощи анемометра DT-8880 (Shenzhen Everbest Machinery Industry Co., LTD, Китай) скоростью воздуха в пневмоканале.

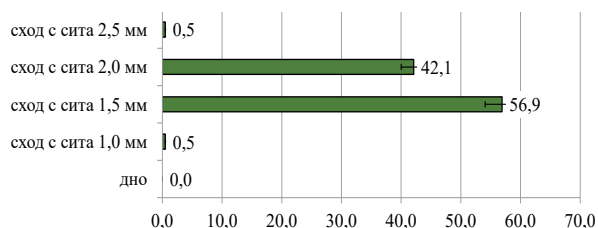
Дополнительным этапом стало исследование возможности использования фотосепарирования для разделения рушанки с использованием фотосепаратора (ФС) «Сапсан» (ООО «Смарт Грэйд», Россия).

Биохимическую оценку продуктов обрушения выполняли в соответствии с действующими нормативно-методическими документами: белок по Барнштейну, так как этот метод позволяет наиболее полно установить содержание белкового азота не только в продуктах микробного синтеза, но и в однокомпонентных материалах кормового назначения [20] — ГОСТ Р 57221-2016<sup>7</sup>; жир — по ГОСТ 10857-64<sup>8</sup>; лигнин и целлюлоза — по ГОСТ ISO 13906-2013<sup>9</sup>; влажность — по ГОСТ 10856-96<sup>10</sup>.

Математическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием прикладного программного комплекса MS Excel (США).

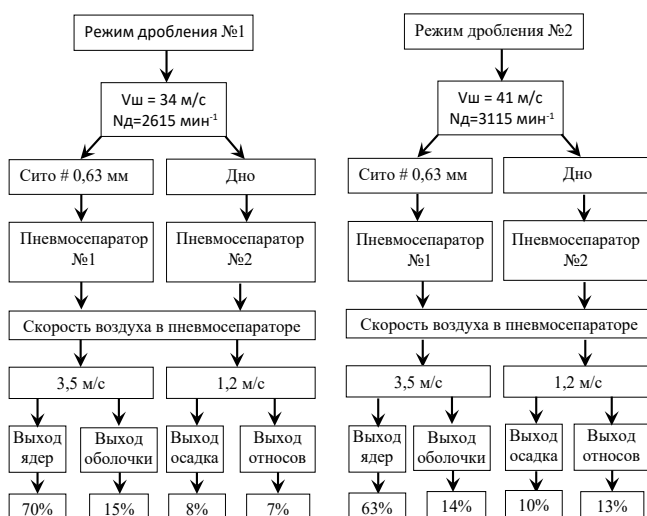
**Рис. 6.** Фракционный состав семян рапса, %

**Fig. 6.** Fractional composition of rapeseed seeds, %



**Рис. 7.** Режимы обрушения семян рапса и выход продуктов (%) при переработке по схеме рисунка 4

**Fig. 7.** Modes of rapeseed collapse and product yield (%) during processing according to the scheme of Figure 4



<sup>7</sup> ГОСТ Р 57221-2016 Дрожжи кормовые. Методы испытаний.

<sup>8</sup> ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Метод определения масличности.

<sup>9</sup> ГОСТ ISO 13906-2013 Корма для животных. определение содержания кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ).

<sup>10</sup> ГОСТ 10856-96 Семена масличные. Метод определения влажности.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Определено, что используемые для обрушения семена рапса имели исходный фракционный состав (рис. 6).

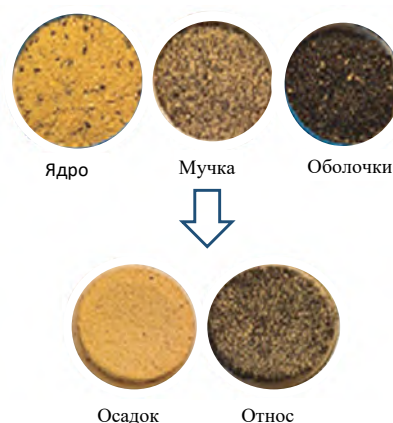
На рисунке 7 представлены исследуемые режимы и данные по выходу продуктов обрушения по схеме рисунка 4.

При обрушении семян рапса были получены такие продукты, как ядро, мучка, оболочка. На следующем этапе мучка была разделена на фракции: осадок, отноры. Внешний вид полученных продуктов при разных режимах представлен на рисунках 8, 9.

Из рисунков 8, 9 видно, что внешне продукты обрушения при различии режимов дробления выглядят достаточно одинаково. Вместе с тем при

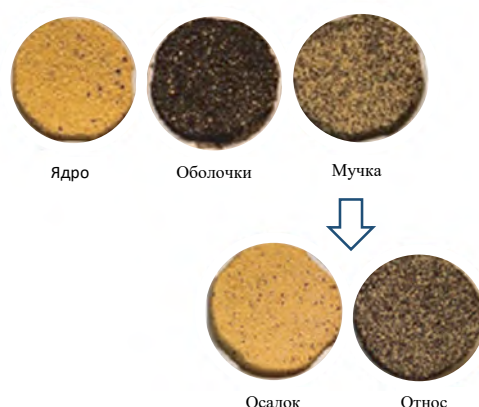
**Рис. 8.** Продукты после обрушения и пневмосепарации мучки при переработке семян рапса по схеме рисунка 4 и выход продуктов на режиме 1. Фото авторов

**Fig. 8.** Products after collapse and pneumoseparation of flour during the processing of rapeseed according to the scheme of Figure 4 and the output of products in mode 1. Photo by the authors



**Рис. 9.** Продукты после обрушения и пневмосепарации мучки при переработке семян рапса по схеме рисунка 4 и выход продуктов на режиме 2. Фото авторов

**Fig. 9.** Products after collapse and pneumoseparation of flour during the processing of rapeseed according to the scheme of Figure 4 and the output of products in mode 2. Photo by the authors



первом режиме несколько более засорено недо-  
рушем ядро и менее — оболочками осадок мучки.  
Как и следовало ожидать, с возрастанием скоро-  
сти удара семян о деку наблюдаются возрастание  
доли мучки и снижение доли ядра и оболочек. Од-  
нако на указанных режимах дробления было полу-  
чено практически одинаковое суммарное количе-  
ство наиболее ценных продуктов — ядра и осадка  
мучки. Общее содержание ядра и осадка состави-  
ло порядка 75%.

Характеристики режимов, используемых при  
реализации обрушения семян рапса по схеме ри-  
сунка 5, и их влияние на выход фракций материа-  
лов даны в таблице 1.

Натурные результаты обрушения семян рапса  
по схеме рисунка 5 представлены на рисунке 10.

Общий процент выхода ядра и осадка при  
реализации второй схемы обрушения составил  
82,6%.

В таблице 2 представлены химические харак-  
теристики фракций, полученных при обрушении  
семян рапса по схеме рисунка 5. Анализ получен-  
ных материалов выявил их различия по содержа-  
нию белка и жира, подтвердив возможность вы-  
деления белково-жировой фракции из продуктов  
обрушения семян рапса. Выделенное очищенное  
ядро богато белком (21,7%) и жиром (37,4%) и яв-  
ляется основным сырьем для получения рапсово-  
го масла высокого качества. При этом обезжирен-  
ная фракция ядра представляет ценный источник  
белка, в котором отсутствуют антипитательные  
вещества, прежде всего лигнин и другие феноль-  
ные соединения, находящиеся в оболочке семян  
рапса. Осадок мучки представляет дополнитель-  
ный продукт фракционирования с высоким содер-  
жанием белка.

Улучшение процесса разделения ядра и обо-  
лочек при эксплуатации пневмосепараторов до-  
стигается посредством увеличения скорости воз-  
душного потока. Однако указанное изменение  
рабочего режима имеет недостаток в виде со-  
кращения выхода ядра. Повысить уровень очист-  
ки ядра от оболочек удастся за счет повышения  
скорости воздуха при пневмосепарировании со-  
ответствующих фракций, но при этом будет сни-  
жаться выход ядра [21].

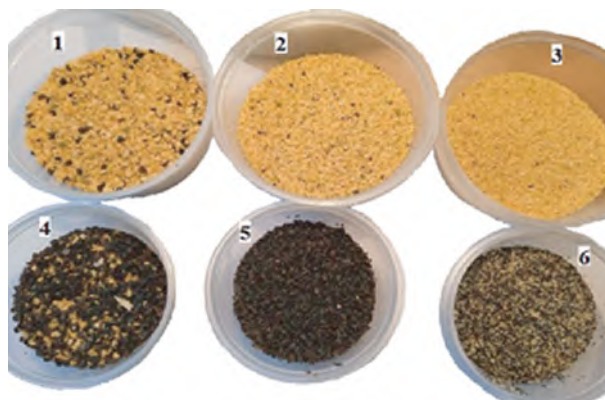
Стоит отметить, что снизить прочностные харак-  
теристики оболочки семян представляется воз-  
можным за счет предварительного подсушивания

**Таблица 1. Режимы обрушения семян рапса и выход  
продуктов при переработке по схеме рисунка 5**  
*Table 1. Modes of rapeseed collapse and yield of products  
during processing according to the scheme in Figure 5*

| Сито #,<br>мм | №<br>ПС | Скорость<br>воздуха<br>в ПС, м/с | Продукт       | Выход, %    |
|---------------|---------|----------------------------------|---------------|-------------|
| –             | –       | –                                | Исходное семя | 100,0       |
| 1,0           | 1       | 4,5                              | Ядро          | 65,8 ± 3,29 |
|               |         |                                  | Оболочки      | 6,3 ± 0,32  |
| 0,63          | 2       | 3,5                              | Ядро          | 12,1 ± 0,61 |
|               |         |                                  | Оболочки      | 6,3 ± 0,32  |
| Дно           | 3       | 1,2                              | Осадок        | 4,7 ± 0,24  |
|               |         |                                  | Относы        | 4,8 ± 0,24  |

**Рис. 10.** Продукты обрушения рапса по схеме рисунка 5:  
1 — ядро (сход с сита #1 мм, ПС 1); 2 — ядро (сход с сита  
#0,63 мм, ПС 2); 3 — осадок (дно, ПС 3); 4 — относ (дно,  
ПС 3); 5 — оболочки (сход с сита #0,63 мм, ПС 2);  
6 — оболочки (сход с сита #1 мм, ПС 1). Фото авторов

**Fig. 10.** Rapeseed collapse products according to the scheme  
of Figure 5: 1 — core (exit from the sieve #1 mm, ПС 1);  
2 — core (exit from the sieve #0.63 mm, ПС 2); 3 — sediment  
(bottom, ПС 3); 4 — relative (bottom, ПС 3); 5 — shells (exit  
from the sieve #0.63 mm, ПС 2); 6 — shells (exit from the sieve  
#1 mm, ПС 1). Photo by the authors



семенного материала, приводящего к охрупчива-  
нию оболочки. В плане оптимизации технологи-  
ческого режима это позволяет в первую очередь  
снизить эффективную скорость периферии дис-  
ка дробилки и увеличить долю крупной фракции  
ядра.

В результате отдельных исследований было  
установлено, что для разделения ядра и примеси,  
имеющих ярко выраженное цветовое различие,  
возможно успешно использовать фотосепари-  
рующие установки. Так, в частности, было опреде-  
лено, что в системе RGB спектры ядра и оболочек

**Таблица 2. Химический состав фракций обрушения семян рапса по схеме рисунка 5**  
*Table 2. Chemical composition of rapeseed collapse fractions according to the scheme of Figure 5*

| Объект        | № ПС | Содержание, % |             |             |             |            |
|---------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------|
|               |      | белок         | жир         | лигнин      | целлюлоза   | влажность  |
| Исходное семя | –    | 20,7 ± 1,04   | 36,6 ± 1,83 | 6,2 ± 0,31  | 7,2 ± 0,36  | 3,8 ± 0,19 |
| Ядро          | 1+2  | 21,7 ± 1,09   | 37,4 ± 1,87 | –           | –           | 2,6 ± 0,13 |
| Осадок        | 3    | 21,8 ± 1,09   | 15,0 ± 0,75 | 0,7 ± 0,04  | 1,7 ± 0,09  | 3,2 ± 0,16 |
| Оболочка      | 1+2  | 17,2 ± 0,86   | 3,3 ± 0,17  | 30,0 ± 1,50 | 13,1 ± 0,66 | 5,3 ± 0,27 |
| Относы        | 3    | 17,4 ± 0,87   | 11,6 ± 0,58 | 29,4 ± 1,47 | 12,7 ± 0,64 | 5,6 ± 0,28 |

Таблица 3. Режимы фотосепарации рушанки семян рапса

Table 3. Modes of photoseparation of collapsed rapeseed

| Объект   | R     | G     | B     |
|----------|-------|-------|-------|
| Ядро     | 16320 | 16064 | 10176 |
| Оболочки | 5056  | 2624  | 2944  |

существенно различаются, как это к примеру видно из данных таблицы 3.

На рисунке 11 представлены результаты очистки ядра рапса после его обрушения и последующего фотосепарирования на установке «Сапсан» (режимы: окно — 8, число пикселей — 20, чувствительность — 5).

Примечательно, что ядро после извлечения масла может найти широкое применение не только в качестве самостоятельного высокобелкового сырья для обогащения различных продуктов, но и служить материалом для экстрагирования белка с получением белкового концентрата или изолята, которые могут успешно использоваться в пищевой промышленности при изготовлении хлебобулочных и иных изделий, сбалансированных по аминокислотному составу [19, 22–24].

### Выводы/Conclusions

В результате работы установлено, что посредством оптимизации процесса обрушения семян рапса возможно выделение из них более 80% белково-жирового продукта. Непосредственно ядро используется для извлечения масла с последующим использованием вторичных продуктов в виде высокобелкового сырья для пищевой и кормовой промышленности. Другие фракции, которые в сумме составляют около 20%, после дополнительного пневмосепарирования могут быть применены в кормах.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (НИОКТР № 125022102817-9).

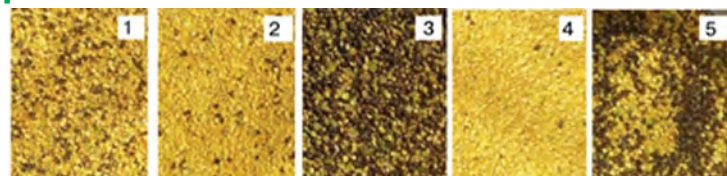
### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Fetzer A., Herfellner T., Eisner P. Rapeseed protein concentrates for non-food applications prepared from pre-pressed and cold-pressed press cake via acidic precipitation and ultrafiltration. *Industrial Crops and Products*. 2019; 132: 396–406. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.039>
2. Zhang H. *et al.* Biodegradation of nitriles derived from glucosinolates in rapeseed meal by BnNIT2: a nitrilase from *Brassica napus* with wide substrate specificity. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2022; 106(7): 2445–2454. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11844-y>
3. Зверев С.В., Скудова Н.А., Размочаев Е.А., Миневич И.Э. Влияние обрушения семян рапса на качество продуктов их переработки. *Комбикорма*. 2023; (11): 30–33. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2023-11-2-208>
4. Рензяева Т.В., Рензяев А.О., Кравченко С.Н., Резниченко И.Ю. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2020; (2): 143–160. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.213>

Рис. 11. Продукты фотосепарации рушанки семян рапса:

1 — обрушенный рапс (100%), 2 — ядро рапса после первого прохода через ФС (77%), 3 — ядро рапса после первого прохода через ФС (23%), 4 — ядро рапса после второго прохода через ФС (74%), 5 — ядро рапса после второго прохода через ФС (3%). Фото авторов

Fig. 11. Photoseparation products of collapsed rapeseed: 1 — collapsed rapeseed (100%), 2 — rapeseed kernel after the first pass through the photoseparator (77%), 3 — rapeseed kernel after the first pass through the photoseparator (23%), 4 — rapeseed kernel after the second pass through the photoseparator (74%), 5 — rapeseed kernel ratio after the second pass through the photoseparator (3%). Photo by the authors



При разработке технологических режимов следует иметь в виду, что итоговые результаты обрушения, характеризующиеся выходом очищенной фракции ядра, определяются множественными факторами: влажностью семенного материала, скоростью рабочего органа измельчающей машины, особенностями сит, скоростью воздуха при пневмосепарации, последовательностью техпроцесса. Учитывая ярко выраженное цветовое различие ядра и примеси, для фракционирования и отделения необрушенных семян можно успешно использовать фотосепаратор. Таким образом, при сравнительно небольших потерях удастся существенно повысить качество фракции ядра при обрушивании семян рапса. Выделенное ядро богато белком (21,7%) и жиром (37,4%), но при этом в нем отсутствуют антипитательные вещества, прежде всего лигнин и другие фенольные соединения, находящиеся в оболочке семян рапса.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

### FUNDING

The research was carried out with the support of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (scientific research paper No. 125022102817-9).

### REFERENCES

1. Fetzer A., Herfellner T., Eisner P. Rapeseed protein concentrates for non-food applications prepared from pre-pressed and cold-pressed press cake via acidic precipitation and ultrafiltration. *Industrial Crops and Products*. 2019; 132: 396–406. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.039>
2. Zhang H. *et al.* Biodegradation of nitriles derived from glucosinolates in rapeseed meal by BnNIT2: a nitrilase from *Brassica napus* with wide substrate specificity. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2022; 106(7): 2445–2454. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11844-y>
3. Zverev S.V., Skudova N.A., Razmochaev E.A., Minevitch I.E. The influence of rape seed hulling on the quality of the processed products. *Kombikorma*. 2023; (11): 30–33 (in Russian). <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2023-11-2-208>
4. Renzyaeva T.V., Renzyaev A.O., Kravchenko S.N., Reznichenko I.Yu. Capabilities of Rapeseed Oilcake as Food Raw Materials. *Storage and Processing of Farm Products*. 2020; (2): 143–160 (in Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.213>

5. Пахомова О.Н. Разработка и использование функционального пищевого обогапителя из жмыха рапсового. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Орел. 2014; 162.  
<https://www.elibrary.ru/svcbxt>
6. Yang Z., Huang Z., Cao L. Biotransformation technology and high-value application of rapeseed meal: a review. *Bioresources and Bioprocessing*. 2022; 9: 103.  
<https://doi.org/10.1186/s40643-022-00586-4>
7. Линденбек М. Оптимизация обработки семян рапса. Комбикорма. 2015; (9): 47–50.  
<https://www.elibrary.ru/ugxvkt>
8. Di Lena G. *et al.* Valorization Potentials of Rapeseed Meal in a Biorefinery Perspective: Focus on Nutritional and Bioactive Components. *Molecules*. 2021; 26(22): 6787.  
<https://doi.org/10.3390/molecules26226787>
9. Wang M. *et al.* A Two-step Strategy for High-Value-Added Utilization of Rapeseed Meal by Concurrent Improvement of Phenolic Extraction and Protein Conversion for Microbial Iturin A Production. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021; 9: 735714.  
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.735714>
10. Kalaydzhiyev H. *et al.* Valorization of Rapeseed Meal: Influence of Ethanol Antinutrients Removal on Protein Extractability, Amino Acid Composition and Fractional Profile. *Waste and Biomass Valorization*. 2020; 11(6): 2709–2719.  
<https://doi.org/10.1007/s12649-018-00553-1>
11. Егорова Т.А. Глюкозинолаты рапса и рыжика: состав, концентрации, токсичность и антипитательность для птицы, методы нейтрализации: мини-обзор. *Сельскохозяйственная биология*. 2023; 58(6): 1021–1034.  
<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.6.1021rus>
12. Съедин А.В. Фармакогностическое изучение рапса обыкновенного (*Brassica napus* L.). Диссертация на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук. Пятигорск. 2014; 167.  
<https://www.elibrary.ru/wfeocx>
13. Зверев С.В., Зубцов В.А., Сесикашвили О.Ш., Ефремов Д.П. Равновесное влажностное содержание семян льна. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2019; (4): 75–78.  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.4.19>
14. da Silva H.W., Rodovalho R.S. Adsorption Isotherms and Vaporization Latent Heat of Malagueta Pepper Seeds. *Cientifica*. 2016; 44(1): 5–13.  
<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n1p5-13>
15. Зверев С.В., Зубцов В.А., Росляков Ю.Ф., Ефремов Д.П., Янова М.А. Физико-технологические свойства семян конопля. *Вестник КрасГАУ*. 2020; (11): 240–247.  
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-11-240-247>
16. Рензяев А.О., Кравченко С.Н. Метод переработки рапса обрушиванием семян и удалением оболочки. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (6): 210–216.  
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-6-210-216>
17. Деревенко В.В., Диденко А.В. Исследование основных физико-механических свойств семян рапса как объекта обрушивания. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2024; (2–3): 82–87.  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2024.2-3.13>
18. Миневиц И.Э., Ушаповский В.И., Яковлева А.А., Зайцева Л.А. Влияние способа переработки семян рапса на их белковый комплекс. *Аграрная наука*. 2024; (10): 185–191.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-185-191>
19. Дегтярев И.А., Фоменко И.А., Мижева А.А., Серб Е.М., Машенцева Н.Г. Белковые препараты из отходов переработки рапса: обзор современного состояния и перспектив развития существующих технологий. *Пищевые системы*. 2023; 6(2): 159–170.  
<https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-2-159-170>
20. Суздальцева М.А., Бусыгин П.О., Лысов А.В., Васильева А.Н. Применение метода определения белка по Барнштейну при исследовании качества кормового сырья растительного и животного происхождения. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2023; (4): 155–158.  
<https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.4.155>
21. Деревенко В.В., Диденко А.В., Глушенко Г.А., Мирзозода Г.Х., Жуплев А.В. Обоснование оптимальных параметров пневмосепарирования рушанки масличных семян. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2020; (2–3): 68–73.  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.2-3.18>
22. Василенко З.В., Атаханов Ш.Н., Болашенко Т.Н., Кучерова Е.Н., Трофименко Т.В. Характеристика показателей качества, белково-минерального и витаминного состава сдобной булочки с добавлением муки из жмыха рапса. *Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий*. 2023; (2): 64–74.  
<https://www.elibrary.ru/fdydst>
5. Pakhomova O.N. Development and use of a functional food fortifier from rapeseed cake. PhD (Engineering) Thesis. Orel. 2014; 162 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/svcbxt>
6. Yang Z., Huang Z., Cao L. Biotransformation technology and high-value application of rapeseed meal: a review. *Bioresources and Bioprocessing*. 2022; 9: 103.  
<https://doi.org/10.1186/s40643-022-00586-4>
7. Lindenbeck M. Optimization of rapeseed seed treatment. *Kombikorma*. 2015; (9): 47–50 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/ugxvkt>
8. Di Lena G. *et al.* Valorization Potentials of Rapeseed Meal in a Biorefinery Perspective: Focus on Nutritional and Bioactive Components. *Molecules*. 2021; 26(22): 6787.  
<https://doi.org/10.3390/molecules26226787>
9. Wang M. *et al.* A Two-step Strategy for High-Value-Added Utilization of Rapeseed Meal by Concurrent Improvement of Phenolic Extraction and Protein Conversion for Microbial Iturin A Production. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021; 9: 735714.  
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.735714>
10. Kalaydzhiyev H. *et al.* Valorization of Rapeseed Meal: Influence of Ethanol Antinutrients Removal on Protein Extractability, Amino Acid Composition and Fractional Profile. *Waste and Biomass Valorization*. 2020; 11(6): 2709–2719.  
<https://doi.org/10.1007/s12649-018-00553-1>
11. Egorova T.A. Glucosinolates in rape and camelina: composition, concentrations, toxicity and anti-nutritive effects in poultry, methods of neutralization: a mini-review. *Agricultural Biology*. 2023; 58(6): 1021–1034.  
<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.6.1021eng>
12. Syedin A.V. Pharmacognostic study of rapeseed (*Brassica napus* L.). PhD (Pharmaceuticals) Thesis. Pyatigorsk. 2014; 167 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/wfeocx>
13. Zverev S.V., Zubtsov V.A., Sesikashvili O.S., Efremov D.P. Equilibrium moisture content of flax seeds. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2019; (4): 75–78 (in Russian).  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.4.19>
14. da Silva H.W., Rodovalho R.S. Adsorption Isotherms and Vaporization Latent Heat of Malagueta Pepper Seeds. *Cientifica*. 2016; 44(1): 5–13.  
<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n1p5-13>
15. Zverev S.V., Zubtsov V.A., Roslyakov Yu.F., Efremov D.P., Yanova M.A. Physical and technological properties of hemp seeds. *Bulletin of KrasGAU*. 2020; (11): 240–247 (in Russian).  
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-11-240-247>
16. Renzyaev A.O., Kravchenko S.N. Method for rapeseed processing by seed hulling and shell removal. *Bulletin of KrasGAU*. 2022; (6): 210–216 (in Russian).  
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-6-210-216>
17. Derevenko V.V., Didenko A.V. Research of the basic physical and mechanical properties of rape seeds as an object of collapse. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2024; (2–3): 82–87 (in Russian).  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2024.2-3.13>
18. Minevich I.E., Ushchapovsky V.I., Yakovleva A.A., Zaitseva L.A. The influence of the method of processing rapeseed seeds on their protein complex. *Agrarian science*. 2024; (10): 185–191 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-185-191>
19. Degtyarev I.A., Fomenko I.A., Mizheva A.A., Serba E.M., Mashentseva N.G. Protein preparations from rapeseed processing waste: A review of the current status and development prospects of existing technologies. *Food systems*. 2023; 6(2): 159–170 (in Russian).  
<https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-2-159-170>
20. Suzdaltseva M.A., Busygin P.O., Lysov A.V., Vasilyeva A.N. Application of the Bernstein protein determination method in the study of the quality of feed raw materials of plant and animal origin. *Regulatory and legal regulation in veterinary medicine*. 2023; (4): 155–158 (in Russian).  
<https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.4.155>
21. Derevenko V.V., Didenko A.V., Glushchenko G.A., Mirzozoda G.Kh., Zhuplev A.V. Substantiation of optimum parameters of pneumatic separation of crushed oil seeds. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2020; (2–3): 68–73 (in Russian).  
<https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.2-3.18>
22. Vasilenko Z.V., Atakhanov Sh.N., Bolashenko T.N., Kucherova E.N., Trofimenko T.V. Characteristics of quality indicators, protein-mineral and vitamin composition of bun with the added rapeseed cake flour. *Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies*. 2023; (2): 64–74 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/fdydst>

23. Василенко З.В., Цед Е.А., Кучерова Е.Н., Трофименко Т.В. Сравнительная характеристика пищевой ценности жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции. *Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий*. 2024; (1): 3–14. <https://www.elibrary.ru/amqvuu>

24. Cisneros-Yupanqui M., Chalova V.I., Kalaydzhiyev H.R., Mihaylova D., Krastanov A.I., Lante A. Preliminary Characterisation of Wastes Generated from the Rapeseed and Sunflower Protein Isolation Process and Their Valorisation in Delaying Oil Oxidation. *Food and Bioprocess Technology*. 2021; 14(10): 1962–1971. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02695-y>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Сергей Васильевич Зверев<sup>1</sup>

доктор технических наук, профессор  
zverevsv@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6136-1796>

##### Ирина Эдуардовна Миневиц<sup>2</sup>

доктор технических наук, главный научный сотрудник  
i.minevich@fncl.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8558-4257>

##### Александр Сергеевич Васильев<sup>3</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
заведующий кафедрой  
vasilevtgsha@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0936-2011>

##### Елена Николаевна Чумакова<sup>3</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
elena.chumakova.ne@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4664-8887>

<sup>1</sup>АО «Группа компаний «Мелком»»,  
Вокзальная ул., 9, Тверь, 170100, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр лубяных культур,  
Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

<sup>3</sup>Тверская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Маршала Василевского (Сахарово), 7, Тверь, 170904, Россия

23. Vasilenko Z.V., Tsed E.A., Kuchero E.N., Trofimenko T.V. Comparative characteristics of the nutritional value of rapese cake and meal obtained from rapeseeds of Belarusian selection. *Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies*. 2024; (1): 3–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/amqvuu>

24. Cisneros-Yupanqui M., Chalova V.I., Kalaydzhiyev H.R., Mihaylova D., Krastanov A.I., Lante A. Preliminary Characterisation of Wastes Generated from the Rapeseed and Sunflower Protein Isolation Process and Their Valorisation in Delaying Oil Oxidation. *Food and Bioprocess Technology*. 2021; 14(10): 1962–1971. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02695-y>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Sergey Vasilyevich Zverev<sup>1</sup>

Doctor of Technical Sciences, Professor  
zverevsv@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6136-1796>

##### Irina Eduardovna Minevich<sup>2</sup>

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher  
i.minevich@fncl.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8558-4257>

##### Alexander Sergeevich Vasiliev<sup>3</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Head of the Department  
vasilevtgsha@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0936-2011>

##### Elena Nikolaevna Chumakova<sup>3</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
elena.chumakova.ne@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4664-8887>

<sup>1</sup>JSC «"Melcom"» Group of Companies»,  
9 Vokzalnaya Str., Tver, 170100, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Center of Bast Crops,  
17/56 Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russia

<sup>3</sup>Tver State Agricultural Academy,

7 Marshal Vasilevsky Str. (Sakharovo), Tver, 170904, Russia





**агро 2025**

**13-15 АВГУСТА | ЧЕЛЯБИНСК, ЛА «ТРАКТОР»**

**Станьте участником крупнейшей областной агропромышленной выставки-ярмарки!**



Для предприятий пищевой перерабатывающей промышленности участие бесплатное.

Количество мест ограничено – подайте заявку прямо сейчас!

 **+7 (351) 755 55 10**

  
 РЕКЛАМА

А.В. Блинов<sup>1</sup>З.А. Рехман<sup>1</sup> ✉А.А. Блинова<sup>1</sup>М.А. Пирогов<sup>1</sup>Е.Д. Назаретова<sup>1</sup>М.Б. Ребезов<sup>2, 3</sup><sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия<sup>2</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ zafrehman1027@gmail.com

Поступила в редакцию: 01.06.2025

Одобрена после рецензирования: 09.06.2025

Принята к публикации: 24.06.2025

© Блинов А.В., Рехман З.А., Блинова А.А., Пирогов М.А., Назаретова Е.Д., Ребезов М.Б.

Andrey V. Blinov<sup>1</sup>Zafar A. Rekhman<sup>1</sup> ✉Anastasia A. Blinova<sup>1</sup>Maxim A. Pirogov<sup>1</sup>Ekaterina D. Nazaretova<sup>1</sup>Maxim B. Rebezov<sup>2, 3</sup><sup>1</sup>North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia<sup>2</sup>V.M. GorbatoV Federal Scientific Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ zafrehman1027@gmail.com

Received by the editorial office: 01.06.2025

Accepted in revised: 09.06.2025

Accepted for publication: 24.06.2025

© Blinov A.V., Rekhman Z.A., Blinova A.A., Pirogov M.A., Nazaretova E.D., Rebezov M.B.

# Исследование влияния типа стабилизатора наночастиц селена на физико-химические параметры молока

## РЕЗЮМЕ

*Цель данной работы* — исследование влияния добавления наноразмерного селена до и после пастеризации молока на его физико-химические показатели. Синтез наночастиц проводили методом химического восстановления в водной среде с использованием аскорбиновой кислоты, стабилизаторами наночастиц селена выступали такие вещества, как желатин, гидроксизтилцеллюлоза (марка В30К), бычий сывороточный альбумин (БСА), хитозан, метилцеллюлоза (марка М-100), Твин-80 и Kolliphor HS 15. Обогащение продукта проводили из расчета 30% от суточной дозы эссенциального микроэлемента селена на 1 л молока. У образцов молока были измерены физико-химические показатели: активная кислотность среды, электропроводность, поверхностное натяжение, средний гидродинамический радиус и титруемая кислотность среды. Анализ полученных данных показал, что в основном все исследованные показатели незначительно отличались от характеристик контрольного образца. Активная кислотность среды молока при добавлении наночастиц до и после пастеризации находилась в слабокислом диапазоне. Электропроводность изменялась не более чем на 4%. Изменение поверхностного натяжения было незначительное вне зависимости от очередности добавления наноразмерного селена. Наибольшие изменения наблюдаются при измерении среднего гидродинамического радиуса образцов молока. Агрегативно устойчивыми оказались образцы молока, которое обогащали селенсодержащими наноразмерными системами, стабилизированными желатином, МЦ и Kolliphor HS 15. Таким образом, добавление наночастиц селена в молоко может способствовать улучшению показателей молока, не влияя на его физико-химические параметры. Стоит отметить, что такие микроэлементы, как селен, участвуют в поддержании иммунной защиты организма, а значит, обладают повышенной антиоксидантной активностью, что и планируется исследовать в дальнейших экспериментах.

**Ключевые слова:** пастеризация, наночастицы селена, молоко, физико-химические показатели, стабилизаторы

**Для цитирования:** Блинов А.В., Рехман З.А., Блинова А.А., Пирогов М.А., Назаретова Е.Д., Ребезов М.Б. Исследование влияния типа стабилизатора наночастиц селена на физико-химические параметры молока. *Аграрная наука*. 2025; 396 (07): 172–177.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-172-177>

# Study of the influence of the type of selenium nanoparticle stabilizer on the physicochemical parameters of milk

## ABSTRACT

*The purpose of this work* is to study the effect of adding nanoscale selenium before and after pasteurization of milk on its physico-chemical parameters. Nanoparticles were synthesized by chemical reduction in an aqueous medium using ascorbic acid; such substances as gelatin, hydroxyethyl cellulose (grade B30K), bovine serum albumin (BSA), chitosan, methylcellulose (grade M-100), Tween-80 and Kolliphor HS 15 served as stabilizers for selenium nanoparticles. The product was enriched at the rate of 30% of the daily dose of the essential microelement selenium per 1 liter of milk. The following physicochemical parameters were measured for milk samples: active acidity of the medium, electrical conductivity, surface tension, average hydrodynamic radius and titratable acidity of the medium. Analysis of the obtained data showed that, in general, all the studied parameters differed slightly from the characteristics of the control sample. The active acidity of the milk medium with the addition of nanoparticles before and after pasteurization was in the slightly acidic range. Electrical conductivity changed by no more than 4%. The change in surface tension was insignificant regardless of the order of adding nanosized selenium. The greatest changes were observed when measuring the average hydrodynamic radius of milk samples. Milk samples enriched with selenium-containing nanosized systems stabilized by gelatin, MC and Kolliphor HS 15 turned out to be aggregation-stable. Thus, the addition of selenium nanoparticles to milk can improve milk parameters without affecting its physicochemical parameters. It is worth noting that trace elements such as selenium are involved in maintaining the body's immune defenses, which means they have increased antioxidant activity, which is planned to be investigated in further experiments.

**Key words:** pasteurization, selenium nanoparticles, milk, physico-chemical parameters, stabilizers

**For citation:** Blinov A.V., Rekhman Z.A., Blinova A.A., Pirogov M.A., Nazaretova E.D., Rebezov M.B. Study of the influence of the type of selenium nanoparticle stabilizer on the physicochemical parameters of milk. *Agrarian science*. 2025; 396 (07): 172–177 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-172-177>

## Введение/Introduction

В настоящее время наблюдается повышенный интерес ученых к наноразмерным материалам ввиду их уникальных свойств [1–5]. Благодаря этим особенностям наноматериалов они находят применение в различных областях науки и техники [6–10].

Селен — эссенциальный микроэлемент, имеющий фундаментальное значение для здоровья человека [11–15]. Он необходим для правильного функционирования иммунной системы, является катализатором для производства активного гормона щитовидной железы, предотвращает рост и развитие раковых клеток, а также является ингибитором свободных радикалов, активируя защитные механизмы глутатионпероксидазы [16–18]. Кроме того, селен защищает клетки от токсического воздействия следующих элементов: ртути, кадмия, свинца, мышьяка, таллия, теллура, ванадия [19, 20].

На основании результатов многих исследований известно, что селен в наноразмерном состоянии обладает низкой токсичностью и большей биодоступностью по сравнению с его неорганическими и органическими формами, что связано с размером [21–23]. Высокодисперсный Se характеризуется высокой противоопухолевой и биологической активностью, что позволяет применять его в пищевой промышленности, медицине и парфюмерно-косметической промышленности [24, 25].

Недостаток селена (менее 40 мкг/сут) и избыток (более 400 мкг/сут) вредны для организма [26]. Так, дефицит селена приводит к различным сердечно-сосудистым заболеваниям, болезни Кеша-на, а также к снижению иммунитета [27].

Основным источником селена для человека является пища. В настоящее время недостаток селена восполняют, принимая БАДы, а также употребляя в пищу продукты питания, обогащенные селеном [28, 29].

Одним из эффективных способов восполнения дефицита селена является обогащение продуктов питания, в частности молока и молочных продуктов — распространенных продуктов питания животного происхождения.

Наночастицы селена повышают антиоксидантную активность молока, что является важным аспектом для человека [30].

Таким образом, добавление наночастиц селена в молоко является перспективным направлением пищевой промышленности.

*Цель данной работы* — исследование влияния типа стабилизатора наночастиц селена на физико-химические параметры молока.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Синтез и исследование образцов наночастиц селена проводили на базе департамента функциональных материалов и инженерного

конструирования ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» в январе 2025 года.

Синтез наночастиц селена проводили методом химического восстановления в водной среде. В качестве селенсодержащего прекурсора использовали селенистую кислоту ( $H_2SeO_3$ ).

Стабилизаторами выступали следующие вещества: белки — желатин и бычий сывороточный альбумин, полисахариды — гидроксизтил-целлюлоза В30К (ГЭЦ), хитозан, метилцеллюлоза М-100 (МЦ), неионогенные поверхностно-активные вещества — Твин-80, *Kolliphor HS 15*.

Эксперимент проводили в соответствии с матрицей планирования, приведенной в таблице 1.

Далее разбавляли растворы наночастиц селена в 1000 раз дистиллированной водой и проводили обогащение образцов молока в соответствии с суточной нормой потребления селена (1,3 мл на 1 л молока, что соответствует 30 % от суточной дозы микроэлемента селена).

В первую серию образцов молока добавляли наночастицы селена до пастеризации, во вторую серию — после пастеризации.

Пастеризацию образцов коровьего молока, обогащенного наночастицами селена, проводили при 78 °С в течение 2 минут. Обогащение проводили из расчета 21 мкг на 1 л молока (данное значение соответствует 30% от суточной нормы селена).

В рамках эксперимента использовали цельное коровье молоко с жирностью 3,2%, которое не подвергалось пастеризации.

Исследовали следующие физико-химические параметры:

- активная кислотность среды (потенциометрическим методом на приборе *OHAUS ST300-B*, *OHAUS Corporation*, США),
- электропроводность (кондуктометрическим методом на приборе «Эксперт-001», Эконикс-Эксперт, РФ),
- поверхностное натяжение (сталагмометрическим методом)<sup>1</sup>,
- средний гидродинамический радиус (методом динамического рассеяния света на приборе *BeNano 180 Zeta Pro*, *Bettersize Instruments LTD*, КНР).

Таблица 1. Матрица планирования эксперимента  
Table 1. Experiment planning matrix

| Наименование                | $m(H_2SeO_3)$ ,<br>г | $m(\text{стабилизатора})$ ,<br>г | $m(C_6H_8O_6)$ ,<br>г |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Желатин                     | 0,456                | 0,08                             | 5,592                 |
| Гидроксизтил-целлюлоза      | 0,456                | 0,15                             | 0,0874                |
| Бычий сывороточный альбумин | 0,456                | 0,08                             | 0,0874                |
| Хитозан                     | 0,057                | 0,496                            | 5,592                 |
| Метилцеллюлоза              | 0,057                | 0,398                            | 0,0874                |
| Твин-80                     | 0,456                | 0,721                            | 0,0874                |
| Kolliphor HS 15             | 0,456                | 0,526                            | 0,0874                |

<sup>1</sup> <https://xumuk.ru/colloidchem/23.html>

• титруемая кислотность среды (титриметрическим методом с использованием 0,1N раствора NaOH)<sup>2</sup>.

Сырье и реактивы, применяемые в данном исследовании, поставлялись в университет с документами, удостоверяющими показателями качества и безопасности.

Все измерения проводились в 3-кратной повторности<sup>3, 4, 5</sup>.

Статистически обработаны. Представлены средние результаты исследований.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе был исследован контрольный образец для дальнейшего сравнения. Результаты исследований физико-химических свойств контрольного образца представлены в таблице 2.

Результаты исследований физико-химических свойств образцов молока, обогащенного наноразмерным селеном до и после пастеризации, представлены в таблице 3.

На основании результатов (табл. 3) можно сделать вывод о том, что изменения физико-химических свойств по сравнению с контрольным образцом были незначительными. Активная кислотность среды образцов молока, обогащенного наночастицами селена до пастеризации по сравнению с контрольным образцом, изменилась на 2,69% (при стабилизации желатином), при стабилизации ГЭЦ — на 0,30%, альбумином — на 1,03%, хитозаном — на 3,37%, МЦ — на 1,03%, Kolliphor HS 15 — на 1,76%, Твин-80 — на 4,25%. Аналогичный характер изменения pH наблюдается в образцах молока, обогащенного наночастицами селена после пастеризации.

Таблица 2. Результаты физико-химических свойств контрольного образца

Table 2. Results of physical and chemical properties of the control sample

| Образец  | pH   | Электропроводность, мВ | Поверхностное натяжение, Н/м | Средний гидродинамический радиус, нм | Титруемая кислотность среды, °Т |
|----------|------|------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Контроль | 6,83 | 5,04                   | 0,092                        | 27                                   | 19                              |

Электропроводность полученных образцов обогащенного молока изменялась не более чем на 4% вне зависимости от очередности внесения наночастиц селена.

Поверхностное натяжение у образцов молока, обогащенного наночастицами селена после пастеризации, уменьшалось при использовании в качестве стабилизаторов желатина и Kolliphor HS 15. В образцах, стабилизированных ГЭЦ, альбумином, хитозаном, МЦ, Kolliphor HS 15, Твин-80, поверхностное натяжение, напротив, увеличивалось относительно контрольного. При добавлении наноселена после пастеризации поверхностное натяжение увеличилось в образцах, стабилизированных желатином, бычьим сывороточным альбумином, МЦ и Твин-80, в остальных образцах наблюдалось уменьшение.

Значительное влияние очередности добавления наночастиц селена в молоко оказывает на изменение среднего гидродинамического радиуса дисперсной фазы молока. Так, наибольшее отклонение от контрольного образца наблюдается при

Таблица 3. Результаты физико-химических свойств образцов молока с селеном до и после пастеризации

Table 3. Results of physico-chemical properties of milk samples with selenium before and after pasteurization

| Стабилизатор                | Стадия измерения   | pH   | Электропроводность, мВ | Поверхностное натяжение, Н/м | Средний гидродинамический радиус, нм | Титруемая кислотность среды, °Т |
|-----------------------------|--------------------|------|------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Желатин                     | до пастеризации    | 6,68 | 5,05                   | 0,094                        | 34                                   | 20                              |
|                             | после пастеризации | 6,78 | 4,79                   | 0,089                        | 21                                   | 22                              |
| Гидроксиэтилцеллюлоза       | до пастеризации    | 6,81 | 4,94                   | 0,090                        | 64                                   | 18                              |
|                             | после пастеризации | 6,83 | 4,95                   | 0,096                        | 33                                   | 20                              |
| Бычий сывороточный альбумин | до пастеризации    | 6,76 | 4,79                   | 0,093                        | 34                                   | 21                              |
|                             | после пастеризации | 6,75 | 4,89                   | 0,100                        | 44                                   | 23                              |
| Хитозан                     | до пастеризации    | 6,60 | 5,00                   | 0,092                        | 20                                   | 21                              |
|                             | после пастеризации | 6,78 | 4,95                   | 0,093                        | 81                                   | 19                              |
| Метилцеллюлоза              | до пастеризации    | 6,75 | 5,08                   | 0,097                        | 24                                   | 22                              |
|                             | после пастеризации | 6,63 | 5,17                   | 0,098                        | 30                                   | 20                              |
| Kolliphor HS 15             | до пастеризации    | 6,71 | 4,84                   | 0,089                        | 19                                   | 15                              |
|                             | после пастеризации | 6,66 | 5,01                   | 0,091                        | 33                                   | 18                              |
| Твин-80                     | до пастеризации    | 6,54 | 5,10                   | 0,097                        | 187                                  | 21                              |
|                             | после пастеризации | 6,67 | 4,96                   | 0,098                        | 52                                   | 19                              |

<sup>2</sup> ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

<sup>3</sup> ГОСТ Р ИСО 22514-1-2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 2. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса на основе модели его изменения во времени.

<sup>4</sup> ГОСТ Р ИСО 22514-4-2021. Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса.

<sup>5</sup> ГОСТ Р ИСО 22514-7-2014 Статистические методы. Управление процессами. Часть 7. Воспроизводимость процессов измерений.

введении наноселена, стабилизированного ГЭЦ, до пастеризации, хитозаном — после пастеризации, Твин-80 — до пастеризации.

Наиболее агрегативно устойчивыми оказались образцы молока, обогащенного наноразмерным селеном, стабилизированным желатином, МЦ и Kolliphor HS 15.

Титруемая кислотность среды образцов молока с добавлением наночастиц селена с различными стабилизаторами до и после стабилизации изменялась незначительно. Показатели находятся в сопоставимом диапазоне<sup>2</sup>.

### Выводы/Conclusions

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно сделать вывод: добавление наночастиц селена в молоко является перспективным направлением, ввиду того что наноразмерный селен не оказывает значительного влияния на физико-химические показатели молока. Так, наблюдаются незначительные изменения титруемой кислотности, электропроводности, поверхностного натяжения и активной кислотности среды вне зависимости от очередности

добавления наноразмерной селенсодержащей добавки.

Наибольшее влияние очередность добавления наноселена в молоко оказывает на средний гидродинамический радиус мицелл казеина в дисперсной фазе молока.

Ввиду того что селен является антиоксидантным микроэлементом, оказывающим влияние на систему, которая балансирует уровень активных форм кислорода в организме, планируется исследование антиоксидантных свойств разработанных продуктов. Таким образом, наноразмерный селен, введенный в молоко с различными стабилизаторами, не оказывает значительного влияния на его основные физико-химические показатели. Наибольшую агрегативную устойчивость демонстрируют системы с желатином, метилцеллюлозой (МЦ) и Kolliphor HS 15, что делает их перспективными для применения в производстве обогащенных молочных продуктов. При этом Твин-80 и ГЭЦ могут вызывать существенное увеличение размера частиц, что требует дополнительного изучения их стабилизирующих механизмов.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00120.  
<https://rscf.ru/en/project/23-16-00120/>

### FUNDING

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00120.  
<https://rscf.ru/en/project/23-16-00120/>

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. *Selenium nanoparticles: A review on synthesis and biomedical applications. Materials Advances.* 2022; 3(3): 1415–1431.  
<https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
2. Ferro C., Florindo H.F., Santos H.A. Selenium nanoparticles for biomedical applications: from development and characterization to therapeutics. *Advanced healthcare materials.* 2021; 10: 16: 2100598.  
<http://dx.doi.org/10.1002/adhm.202100598>
3. Garza-García J.J. *et al.* The role of selenium nanoparticles in agriculture and food technology. *Biological trace element research.* 2022; 1–21.  
<https://doi.org/10.1007/s12011-021-02847-3>
4. Gudkov S.V. *et al.* Laser Ablation-Generated Crystalline Selenium Nanoparticles Prevent Damage of DNA and Proteins Induced by Reactive Oxygen Species and Protect Mice against Injuries Caused by Radiation-Induced Oxidative Stress. *Materials.* 2023; 16: 5164.  
<https://doi.org/10.3390/ma16145164>
5. Astashev M.E. *et al.* Antibacterial behavior of organosilicon composite with Nano Aluminum oxide without influencing animal cells. *Reactive and Functional Polymers.* 2022; 170: 105143.  
<https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2021.105143>
6. Geoffrion L.D. *et al.* Naked selenium nanoparticles for antibacterial and anticancer treatments. *ACS omega.* 2020; 5(6): 2660–2669.  
<https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03172>
7. Nayak V. *et al.* Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science. *New Journal of Chemistry.* 2021; 45(6): 2849–2878.  
<https://doi.org/10.1039/D0NJ05884J>
8. Geoffrion L.D. *et al.* Naked selenium nanoparticles for antibacterial and anticancer treatments. *ACS omega.* 2020; 5(6): 2660–2669.  
<https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03172>

### REFERENCES

1. Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. *Selenium nanoparticles: A review on synthesis and biomedical applications. Materials Advances.* 2022; 3(3): 1415–1431.  
<https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
2. Ferro C., Florindo H.F., Santos H.A. Selenium nanoparticles for biomedical applications: from development and characterization to therapeutics. *Advanced healthcare materials.* 2021; 10: 16: 2100598.  
<http://dx.doi.org/10.1002/adhm.202100598>
3. Garza-García J.J. *et al.* The role of selenium nanoparticles in agriculture and food technology. *Biological trace element research.* 2022; 1–21.  
<https://doi.org/10.1007/s12011-021-02847-3>
4. Gudkov S.V. *et al.* Laser Ablation-Generated Crystalline Selenium Nanoparticles Prevent Damage of DNA and Proteins Induced by Reactive Oxygen Species and Protect Mice against Injuries Caused by Radiation-Induced Oxidative Stress. *Materials.* 2023; 16: 5164.  
<https://doi.org/10.3390/ma16145164>
5. Astashev M.E. *et al.* Antibacterial behavior of organosilicon composite with Nano Aluminum oxide without influencing animal cells. *Reactive and Functional Polymers.* 2022; 170: 105143.  
<https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2021.105143>
6. Geoffrion L.D. *et al.* Naked selenium nanoparticles for antibacterial and anticancer treatments. *ACS omega.* 2020; 5(6): 2660–2669.  
<https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03172>
7. Nayak V. *et al.* Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science. *New Journal of Chemistry.* 2021; 45(6): 2849–2878.  
<https://doi.org/10.1039/D0NJ05884J>
8. Geoffrion L.D. *et al.* Naked selenium nanoparticles for antibacterial and anticancer treatments. *ACS omega.* 2020; 5(6): 2660–2669.  
<https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03172>

9. Burmistrov D.E. *et al.* Bacteriostatic and cytotoxic properties of composite material based on zno nanoparticles in plga obtained by low temperature method. *Polymers*. 2022; 14(1): 49. <https://doi.org/10.3390/polym14010049>
10. Chausov D.N. *et al.* Synthesis of a novel, biocompatible and bacteriostatic borosiloxane composition with silver oxide nanoparticles. *Materials*. 2022; 15(2): 527. <https://doi.org/10.3390/ma15020527>
11. Xia X. *et al.* Toward improved human health: efficacy of dietary Selenium on immunity at the cellular level. *Food and Function*. 2021; 12(3): 976–989. <https://doi.org/10.1039/d0fo03067h>
12. Fairweather-Tait S.J., Collings R., Hurst R. Selenium bioavailability: current knowledge and future research requirements. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(5): 1484S–1491S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674J>
13. Roman M., Jitaru P., Barbante C. Selenium biochemistry and its role for human health. *Metallomics*. 2014; 6(1): 25–54. <https://doi.org/10.1039/c3mt00185g>
14. Gač P. *et al.* The importance of selenium and zinc deficiency in cardiovascular disorders. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2020; 82: 103553. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103553>
15. Mehdi Y., Hornick J.L., Istasse L., Dufrasne I. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*. 2013; 18(3): 3292–3311. <https://doi.org/10.3390/molecules18033292>
16. Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. *Selenium nanoparticles: A review on synthesis and biomedical applications*. *Materials Advances*. 2022; 3(3): 1415–1431. <https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
17. Wang S. *et al.* Selenium nanoparticles alleviate ischemia reperfusion injury-induced acute kidney injury by modulating GPx-1/NLRP3/Caspase-1 pathway. *Theranostics*. 2022; 12(8): 3882. <https://doi.org/10.7150/thno.70830>
18. Varlamova E.G., Turovsky E.A., Blinova E.V. Therapeutic potential and main methods of obtaining selenium nanoparticles. *International journal of molecular sciences*. 2021; 22(19): 10808. <https://doi.org/10.3390/ijms221910808>
19. Dawood M.A. *et al.* Selenium nanoparticles as a natural antioxidant and metabolic regulator in aquaculture: a review. *Antioxidants*. 2021; 10(9): 1364. <https://doi.org/10.3390/antiox10091364>
20. Блинов А.В. и др. Оптимизация методики получения наночастиц селена, стабилизированных кокамидпропилбетаином. *Российский химический журнал*. 2022; 66(1): 86–92.
21. Блинов А.В. и др. Синтез и характеристика наночастиц селена, стабилизированных дидецилдиметиламмония хлоридом. *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2024; 67(4): 46–52.
22. Духновский Е.А. Применение наночастиц селена в онкологии (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023; 12(2): 34–43.
23. Шурыгина И.А., Шурыгин М.Г. Наноконпозиты селена — перспективы применения в онкологии. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020; 27(1): 81–86.
24. Литвяк В.В., Копыльцов А.А., Ананских В.В. Нанотехнологии в пищевой промышленности. *Пищевая промышленность*. 2020; 12: 14–19.
25. Stobiecka M., Król J., Brodziak A. Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*. 2022; 12(3): 245. <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
26. Пономарева Е.А., Русецкая Н.Ю. Влияние дефицита и избытка селена на организм человека. *Young people and science: results and perspectives*. 2023; 165.
27. Йованович Л., Ермаков В. Значение селена и цинка в предупреждении и лечении некоторых заболеваний (обзор). *Biogeochemical innovations under the conditions of the biosphere technogenesis correction*. 2020; 1: 71–83.
28. Саркисян М.С., Гревцова С.А. Биотехнология производства сметанного продукта, обогащенного селеном. *Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука — агропромышленному комплексу»*. 2020; 297–294.
29. Блинов А.В. и др. Наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, для обогащения молочной продукции. *Аграрная наука*. 2024; 1(9): 130–135. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-130-135>
30. Блинов А.В. и др. Разработка принципов обогащения молока наноразмерными формами эссенциального микроэлемента селена. *Индустрия питания*. 2024; 9(2): 77–84.
9. Burmistrov D.E. *et al.* Bacteriostatic and cytotoxic properties of composite material based on zno nanoparticles in plga obtained by low temperature method. *Polymers*. 2022; 14(1): 49. <https://doi.org/10.3390/polym14010049>
10. Chausov D.N. *et al.* Synthesis of a novel, biocompatible and bacteriostatic borosiloxane composition with silver oxide nanoparticles. *Materials*. 2022; 15(2): 527. <https://doi.org/10.3390/ma15020527>
11. Xia X. *et al.* Toward improved human health: efficacy of dietary Selenium on immunity at the cellular level. *Food and Function*. 2021; 12(3): 976–989. <https://doi.org/10.1039/d0fo03067h>
12. Fairweather-Tait S.J., Collings R., Hurst R. Selenium bioavailability: current knowledge and future research requirements. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(5): 1484S–1491S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674J>
13. Roman M., Jitaru P., Barbante C. Selenium biochemistry and its role for human health. *Metallomics*. 2014; 6(1): 25–54. <https://doi.org/10.1039/c3mt00185g>
14. Gač P. *et al.* The importance of selenium and zinc deficiency in cardiovascular disorders. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2020; 82: 103553. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103553>
15. Mehdi Y., Hornick J.L., Istasse L., Dufrasne I. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*. 2013; 18(3): 3292–3311. <https://doi.org/10.3390/molecules18033292>
16. Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. *Selenium nanoparticles: A review on synthesis and biomedical applications*. *Materials Advances*. 2022; 3(3): 1415–1431. <https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
17. Wang S. *et al.* Selenium nanoparticles alleviate ischemia reperfusion injury-induced acute kidney injury by modulating GPx-1/NLRP3/Caspase-1 pathway. *Theranostics*. 2022; 12(8): 3882. <https://doi.org/10.7150/thno.70830>
18. Varlamova E.G., Turovsky E.A., Blinova E.V. Therapeutic potential and main methods of obtaining selenium nanoparticles. *International journal of molecular sciences*. 2021; 22(19): 10808. <https://doi.org/10.3390/ijms221910808>
19. Dawood M.A. *et al.* Selenium nanoparticles as a natural antioxidant and metabolic regulator in aquaculture: a review. *Antioxidants*. 2021; 10(9): 1364. <https://doi.org/10.3390/antiox10091364>
20. Blinov A.V. *et al.* Optimization of the technique for obtaining selenium nanoparticles stabilized with cocamidopropyl betaine. *Russian Chemical Journal*. 2022; 66(1): 86–92 (in Russian).
21. Blinov A.V. *et al.* Synthesis and characterization of selenium nanoparticles stabilized with didecyltrimethylammonium chloride. *News of higher educational institutions. Series: Chemistry and Chemical Technology*. 2024; 67(4): 46–52 (in Russian).
22. Dukhnovsky E. A. Application of selenium nanoparticles in oncology (review). *Development and registration of medicines*. 2023; 12(2): 34–43 (in Russian).
23. Shurygina I.A., Shurygin M.G. Selenium nanocomposites — prospects of application in oncology. *Bulletin of new Medical Technologies*. 2020; 27(1): 81–86 (in Russian).
24. Litvyak V.V., Kopyltsov A.A., Ananskikh V.V. Nanotechnology in the food industry. *Food industry*. 2020; 12: 14–19 (in Russian).
25. Stobiecka M., Król J., Brodziak A. Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*. 2022; 12(3): 245. <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
26. Ponomareva E.A., Rusetskaya N.Yu. The effect of selenium deficiency and excess on the human body. *Young people and science: results and perspectives*. 2023; 165 (in Russian).
27. Jovanovich L., Ermakov V. The importance of selenium and zinc in the prevention and treatment of certain diseases (review). *Biogeochemical innovations under the conditions of the biosphere technogenesis correction*. 2020; 1: 71–83 (in Russian).
28. Sarkisyan M.S., Grevtsova S.A. Biotechnology of production of sour cream product enriched with selenium. *Scientific works of students of the Gorsky State Agrarian University “Student science for the agro-industrial complex”*. 2020; 297–294 (in Russian).
29. Blinov A.V. *et al.* Selenium nanoparticles stabilized with chitosan for fortifying dairy products. *Agrarian science*. 2024; 1(9): 130–135 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-130-135>
30. Blinov A.V. *et al.* Development of principles for milk enrichment with nanoscale forms of the essential trace element selenium. *Food Industry*. 2024; 9(2): 77–84 (in Russian).

## ОБ АВТОРАХ

**Андрей Владимирович Блинов<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент департамента функциональных материалов и инженерного конструирования  
blinov.a@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Зафар Абдулович Рехман<sup>1</sup>**

преподаватель департамента функциональных материалов и инженерного конструирования  
zafrehman1027@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Анастасия Александровна Блинова<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент медико-биологического факультета  
nastya\_bogdanova\_88@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>

**Максим Александрович Пирогов<sup>1</sup>**

лаборант департамента функциональных материалов и инженерного конструирования  
pirogov.m.2002@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>

**Екатерина Дмитриевна Назаретова<sup>1</sup>**

лаборант департамента функциональных материалов и инженерного конструирования  
ekaterina.nazaretova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1850-8043>

**Максим Борисович Ребезов<sup>2, 3</sup>**

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>2</sup>;
- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>3</sup>

rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, ул. им. Пушкина, 1, Ставрополь, 355002, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Andrey Vladimirovich Blinov<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Functional Materials and Engineering Design  
blinov.a@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Zafar Abdulovich Rekhman<sup>1</sup>**

Lecturer at the Department of Functional Materials and Engineering Design  
zafrehman1027@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Anastasia Alexandrovna Blinova<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Faculty of Medicine and Biology  
nastya\_bogdanova\_88@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>

**Maxim Alexandrovich Pirogov<sup>1</sup>**

Laboratory Assistant at the Department of Functional Materials and Engineering Design  
pirogov.m.2002@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9217-6262>

**Ekaterina Dmitrievna Nazaretova<sup>1</sup>**

Laboratory Assistant at the Department of Functional Materials and Engineering Design  
ekaterina.nazaretova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1850-8043>

**Maxim Borisovich Rebezov<sup>2, 3</sup>**

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher<sup>2</sup>;
- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>3</sup>

rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

<sup>1</sup>North Caucasus Federal University, 1 Pushkin Str., Stavropol, 355002, Russia

<sup>2</sup>V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

УДК 338.43:330.552:338.1

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-178-185

В.М. Баутин ✉

А.В. Голубев

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий «Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», Москва, Россия

✉ viapi@vniiesh.ru

Поступила в редакцию: 15.05.2025

Одобрена после рецензирования: 09.06.2025

Принята к публикации: 24.06.2025

© Баутин В.М., Голубев А.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-178-185

Vladimir M. Bautin ✉

Alexey V. Golubev

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — Branch of the Federal Scientific Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories "All-Russian Research Institute of Agricultural Economics", Moscow, Russia

✉ viapi@vniiesh.ru

Received by the editorial office: 15.05.2025

Accepted in revised: 09.06.2025

Accepted for publication: 24.06.2025

© Bautin V.M., Golubev A.V.

## Вклад сельской экономики в ВВП России и реализацию целей национального развития

### РЕЗЮМЕ

Сельская экономика, представляющая собой совокупность производственных единиц и домохозяйств на сельских территориях, является важнейшим элементом социально-экономической системы России. В исследовании на основе оригинальной методики ВИАПИ им. А.А. Никонова проведена интервальная оценка ее вклада в ВВП, который составил 14,8–18,3% (2023 г.). Однако официальная статистика не учитывает значительную часть производимых сельской экономикой общественных благ, включая поддержку демографии, сохранение традиционных ценностей, экологическую стабильность и рекреационный потенциал. Особое внимание уделено роли сельской экономики в достижении национальных целей развития: сохранение населения — более высокая рождаемость в сельской местности (1,59 против 1,36 в городах), укрепление семейных ценностей; экологическое благополучие — меньший уровень загрязнения (14,1% против 40,6% в городах), потенциал органического земледелия; технологическое развитие — необходимость снижения импортозависимости в АПК и ускорения цифровой трансформации. Подчеркивается, что для комплексной оценки вклада сельской экономики требуется разработка новых методик учета нефинансовых эффектов. Ее устойчивое развитие критически важно для продовольственной безопасности, пространственного баланса и сохранения социокультурной идентичности страны.

**Ключевые слова:** сельская экономика, национальные цели развития, валовой внутренний продукт

**Для цитирования:** Баутин В.М., Голубев А.В. Вклад сельской экономики в ВВП России и реализацию целей национального развития. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 178–185. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-178-185>

## The contribution of the rural economy to Russia's GDP and the implementation of national development goals

### ABSTRACT

The rural economy, which is a collection of production units and households in rural areas, is an essential element of Russia's socio-economic system. In the study, based on the original methodology of the A.A. Nikonov VIAPI, an interval assessment of its contribution to GDP was carried out, which amounted to 14.8–18.3% (2023). However, official statistics do not take into account a significant part of the public goods produced by the rural economy, including support for demography, preservation of traditional values, environmental stability and recreational potential. Special attention is paid to the role of the rural economy in achieving national development goals: population preservation — higher birth rate in rural areas (1.59 versus 1.36 in cities), strengthening family values; environmental well-being — lower pollution (14.1% versus 40.6% in cities), the potential of organic farming; technological development — the need to reduce import dependence in Agro-industrial complex and acceleration of digital transformation. It is emphasized that a comprehensive assessment of the contribution of the rural economy requires the development of new methods for accounting for non-financial effects. Its sustainable development is critically important for food security, spatial balance, and the preservation of the country's socio-cultural identity.

**Key words:** rural economy, national development goals, gross domestic product

**For citation:** Bautin V.M., Golubev A.V. The contribution of the rural economy to GDP and the implementation of Russia's national development goals. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 178–185 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-178-185>

## Введение/Introduction

Сельская экономика является неотъемлемой частью социально-экономической жизни страны и ее природного базиса. Она вносит большой вклад в формирование валового внутреннего продукта (ВВП) и условия жизни россиян, который не исчерпывается только экономическими показателями. Ее значение для России гораздо шире и глубже, чем принято в официальных расчетах.

Сельская экономика, включающая совокупность производственных единиц и домохозяйств, расположенных на сельских территориях, многофункциональна. Она характеризуется разнообразием форм хозяйствования [1] и производит массу полезных эффектов, не только исчисляемых по общепринятым методикам в стоимостном выражении, но и не отражаемых органами государственной статистики, а также различными министерствами и ведомствами. Например, продуктами ее побочной деятельности являются общественные блага, потребляемые всеми россиянами, но за которые их производители не получают оплаты: социальный контроль больших территорий, предоставление возможностей для рекреации здоровья и трудоспособности граждан в сельской местности, сохранение народных традиций и генетического кода нации. Они не подлежат счету, но являются жизненно необходимыми для государства и общества. Однако даже и без их учета вклад сельской экономики в ВВП весьма значителен.

В качестве ключевой задачи данного исследования поставлено определение конкретного вклада сельской экономики в формирование валового внутреннего продукта и реализацию целей национального развития России.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

В работе использовали комплекс методов исследования, основными из которых служили абстрактно-логический и аналитический.

Исчисление вклада сельской экономики в ВВП произведено на основе разработанной Всероссийским институтом аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова (ВИАПИ им. А.А. Никонова) оригинальной методики, изложенной в отчете о НИР<sup>1</sup>.

Расчеты базируются на информации Федеральной службы государственной статистики (Росстат) о валовом внутреннем продукте и рабочей силе, занятости и безработице в России за 2023 год. Анализ официальных документов и трудов ученых по рассматриваемой проблеме охватывает ретроспективу с 2000 годов и перспективу достижения целей национального развития до 2036 года.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Официальная статистика не выделяет как объект наблюдения сельскую экономику, а зарубежный опыт ее оценки сложно применить к российским условиям, поскольку при этом используется сугубо технократический подход, базирующийся на механистическом делении территорий на городские и сельские, исходя только из плотности и численности населения [2, 3]. Поэтому определить ее часть в национальной экономике можно косвенным образом, используя интервальную оценку по оригинальной методике, разработанной ВИАПИ им. А.А. Никонова.

Из массы учитываемых Росстатом показателей в данном исчислении можно оперировать величиной валового внутреннего продукта и количеством занятых в национальной экономике, создающих этот продукт. Статистика отражает численность работников, выделяя среди них находящихся в сельской местности, а также занятых в сельском хозяйстве (вид экономической деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»). Зная их годовую производительность труда, можно определить суммарную выработку ими валовой добавленной стоимости (ВДС) в интервале средних значений от национальной экономики до сельского хозяйства. Данный диапазон даст представление о вкладе сельской экономики в формирование валового внутреннего продукта страны.

Нужно подчеркнуть, что, согласно Всероссийской переписи населения 2020 года<sup>2</sup>, значительная часть (29,8%) занятых в сельской местности указали, что они работают за пределами своего населенного пункта. В данном случае количество занятых в сельской местности в 2023 году составило 16 740 тыс. человек. Экстраполируя эти данные, можно определить количество таких работников применительно к данным 2023 года — 5022 тыс. (16 740 тыс. × 0,3). Из этого можно заключить, что многие из них трудятся в других секторах экономики, занимаются отходничеством, выезжают на заработки в городские поселения [4].

Поскольку нет точных официальных данных на сей счет, можно в первую очередь предположить, что все работающие за пределами своего населенного пункта трудоустроены вне хозяйствующих субъектов сельской экономики (например, в городах), и их нужно исключить из количества занятых в сельской экономике. Второе предположение сводится к тому, что половина их (50%, или удельный вес 0,5) заняты в сельской экономике вне своих населенных пунктов (например, в соседнем селе). Два этих предположения положены в основу определения интервальной оценки вклада сельской экономики в ВВП.

<sup>1</sup> Разработать методологические основы исследования сельской локальной экономики и направления ее устойчивого развития / Петриков А.В., Гатаулина Е.А., Баутин В.М., Крылатых Э.Н., Светлов Н.М. и др. Отчет о НИР. 2022.

<sup>2</sup> Итоги Всероссийской переписи населения 2020 г. Т. 10. Рабочая сила. Таблица 9. [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom10\\_Rabochaya\\_sila](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom10_Rabochaya_sila) (дата обращения: 06.05.2025).

Необходимо заметить, что в данных расчетах использованы понятия «валовой внутренний продукт» применительно к национальным масштабам и «валовая добавленная стоимость» применительно к отраслям (в данном случае — к сельскому хозяйству и другим отраслям сельской экономики). По сути, эти понятия идентичны, поскольку, согласно разъяснениям Росстата, «ВВП при расчете производственным методом представляет собой сумму валовой добавленной стоимости всех отраслей или институциональных секторов в основных ценах и чистых налогов на продукты»<sup>3</sup>. Иначе говоря, суммарное значение ВДС отраслей экономики составляет основу российского ВВП.

Последовательность вычисления вклада сельской экономики в валовой внутренний продукт страны по данной методике включает следующие этапы.

1. Определяется величина ВВП, созданного за пределами сельского хозяйства:

$$ВВП\ РФ - ВДС_{сх} = ВВП_{нсх},$$

где:  $ВВП\ РФ$  — валовой внутренний продукт Российской Федерации;  $ВДС_{сх}$  — валовая добавленная стоимость, произведенная сельским хозяйством;  $ВВП_{нсх}$  — валовой внутренний продукт, созданный несельскохозяйственными отраслями, руб.

2. Исчисляется годовая производительность труда в сельском хозяйстве, показывающая выработку валовой добавленной стоимости в расчете на одного работника отрасли:

$$ВДС_{сх} : ЧЗ_{сх} = ПТ_{сх},$$

где:  $ЧЗ_{сх}$  — численность занятых в сельском хозяйстве, чел.;  $ПТ_{сх}$  — производительность труда в сельском хозяйстве, руб/чел.

3. Находится количество занятых в российской экономике (за исключением сельского хозяйства):

$$КЗ_{нсх} = КЗ_{рэ} - КЗ_{сх},$$

где:  $КЗ_{нсх}$ ,  $КЗ_{рэ}$ ,  $КЗ_{сх}$  — количество занятых (соответственно, вне сельского хозяйства) в российской экономике, сельском хозяйстве, чел.

4. Находится количество занятых в сельской экономике вне сельского хозяйства при предположении, что все работающие за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $КЗСЭ_{нсх}^1$ , чел.):

$$КЗСЭ_{нсх}^1 = \{КЗСМ - (КЗСМ \times 0,3)\} - ЧЗ_{сх},$$

где:  $КЗСМ$  — количество занятых в сельской местности, чел.; 0,3 — удельный вес занятых в

сельской экономике, работающих за пределами своих населенных пунктов.

5. Находится количество занятых в сельской экономике вне сельского хозяйства при предположении, что 50% работающих за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $КЗСЭ_{нсх}^2$ , чел.):

$$КЗСЭ_{нсх}^2 = \{КЗСМ - (КЗСМ \times 0,3 \times 0,5)\} - ЧЗ_{сх},$$

где: 0,5 — удельный вес занятых в сельской экономике, работающих за пределами своих населенных пунктов, трудоустроенных в других отраслях экономики.

6. Рассчитывается выработка валовой добавленной стоимости в расчете на одного занятого (производительность труда) вне сельского хозяйства ( $ПТ_{нсх}$ , руб/чел):

$$ПТ_{нсх} = ВВП_{нсх} : КЗ_{нсх}$$

7. Определяется ВВП, произведенный несельскохозяйственными отраслями сельской экономики вне сельского хозяйства при предположении, что все работающие за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $ВВП_{нсх}^1$ , руб/чел):

$$ВВП_{нсх}^1 = КЗСЭ_{нсх}^1 \times ПТ_{нсх}$$

8. Определяется ВВП, произведенный несельскохозяйственными отраслями сельской экономики вне сельского хозяйства при предположении, что 50% работающих за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $ВВП_{нсх}^2$ , руб/чел):

$$ВВП_{нсх}^2 = КЗСЭ_{нсх}^2 \times ПТ_{нсх}$$

9. Рассчитывается  $ВВП$ , произведенный сельской экономикой при предположении, что все работающие за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $ВВП_{сэ}^1$ , руб.):

$$ВВП_{сэ}^1 = ВДС_{сх} + ВВП_{нсх}^1$$

10. Рассчитывается  $ВВП$ , произведенный сельской экономикой при предположении, что 50% работающих за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $ВВП_{сэ}^2$ , руб.):

$$ВВП_{сэ}^2 = ВДС_{сх} + ВВП_{нсх}^2$$

11. Определяется вклад сельской экономики в формирование ВВП РФ при предположении, что

<sup>3</sup> Росстат. Понятия и определения (ВВП произв.).

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/mN5tLwhA/Понятия%20и%20определения%20\(ВВП\).pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/mN5tLwhA/Понятия%20и%20определения%20(ВВП).pdf) (дата обращения: 15.04.2025).

все работающие за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $Vсэ^1$ , %):

$$Vсэ^1 = (ВВПсэ^1 : ВВП Р\text{Ф}) \times 100\%$$

12. Определяется вклад сельской экономики в формирование ВВП РФ при предположении, что 50% работающих за пределами своих населенных пунктов трудятся вне сельской экономики ( $Vсэ^2$ , %):

$$Vсэ^2 = (ВВПсэ^2 : ВВП Р\text{Ф}) \times 100\%$$

Данное вычисление представлено в таблице.

Таким образом, вклад сельской экономики в ВВП составляет от 14,8 до 18,3%, что свидетельствует о ее значительной роли в российской экономике. Следует подчеркнуть, что в данном случае речь идет о прямом вкладе, рассчитанном исходя из официальных статистических данных. Однако за его пределами остаются многие эффекты, не

учитываемые официальными органами, имеющие незаменяемое значение для нашей страны. Так, сельская экономика играет большую роль в реализации целей национального развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года<sup>6</sup>. Применительно к конкретным целям эта реализация состоит в следующем.

Цель «а) сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи». Сельская экономика в совокупности с сельскими территориями благотворно влияет на народосбережение и укрепление здоровья нации. Мировой и отечественный опыт свидетельствует о том, что сельские социумы выгодно отличаются от городских сообществ более высоким коэффициентом рождаемости [5]. Так, в нашей стране число родившихся живыми в расчете на одну женщину в 2022 году в городе составляло 1,361, а в селе — 1,59<sup>7</sup>.

Для сельских сообществ характерны традиционные семейные ценности, приверженность

Таблица. Определение вклада сельской экономики (СЭ) в валовой внутренний продукт РФ. 2023 г.

Table. Determination of the contribution of the rural economy (SE) to the gross domestic product of the Russian Federation. 2023

| Расчетные показатели                                                                                                                                                 | Исходные данные для расчета | ВВП РФ, 125 357,4 млрд руб. (1)                                      | ВДС, произведенная сельскими хозяйством (с.-х.), 5294,5 млрд руб. (2) | Занятые в экономике, 73 636 тыс. чел. (3) | Занятые в сельской местности, 16 740 тыс. чел. (4) | Занятые в с.-х., 4020 тыс. чел. (5) | Результаты расчетов     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| ВВП, созданный за пределами с.-х. (1–2)                                                                                                                              |                             | 125 357,4 млрд руб. — 5294,5 млрд руб.                               |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 120 062,9 млрд руб. (6) |
| Производительность труда в с.-х. (2:5)                                                                                                                               |                             | 5294,5 млрд руб. : 4020 тыс. чел.                                    |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 1317,0 тыс. руб/чел [7] |
| Занятые в экономике вне с.-х. (3–5)                                                                                                                                  |                             | 73 636 тыс. чел. — 4020 тыс. чел.                                    |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 69 616 тыс. чел. [8]    |
| Производительность труда вне с.-х. (6:8)                                                                                                                             |                             | 120 062,9 млрд руб. : 69 616 тыс. чел.                               |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 1724,6 тыс. руб/чел [9] |
| Занятые в СЭ вне с.-х. при предположении, что все, кто работает за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ {4 — (4 × 0,3) — 5}                           |                             | {16 740 тыс. чел. — (16 740 тыс. чел. × 0,3)} — 4020 тыс. чел.       |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 7698 тыс. чел. [10]     |
| Занятые в СЭ вне с.-х. при предположении, что 50%, которые работают за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ {4 — (4 × 0,3 × 0,5) — 5}                 |                             | {16 740 тыс. чел. — (16 740 тыс. чел. × 0,3 × 0,5)} — 4020 тыс. чел. |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 10 209 тыс. чел. [11]   |
| ВВП, произведенный несельскохозяйственными отраслями СЭ при предположении, что все, кто работает за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ (9 × 10)     |                             | 1724,6 тыс. руб/чел × 7698 тыс. чел.                                 |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 13 276,0 млрд руб. [12] |
| ВВП, произведенный несельскохозяйственными отраслями СЭ при предположении, что 50%, которые работают за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ (9 × 11) |                             | 1724,6 тыс. руб/чел × 10 209 тыс. чел.                               |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 17 606,4 млрд руб. [13] |
| ВВП, произведенный СЭ при предположении, что все, кто работает за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ (2 + 12)                                       |                             | 5294,5 млрд руб. + 13 276,0 млрд руб.                                |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 18 570,5 млрд руб. [14] |
| ВВП, произведенный СЭ при предположении, что 50%, которые работают за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ (2 + 13)                                   |                             | 5294,5 млрд руб. + 17 606,4 млрд руб.                                |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 22 900,9 млрд руб. [15] |
| Вклад СЭ в ВВП при предположении, что все, кто работает за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ {(14:1) × 100%}                                       |                             | (18 570,5 млрд руб. : 125 357,4 млрд руб.) × 100%                    |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 14,8%                   |
| Вклад СЭ в ВВП РФ при предположении, что 50%, которые работают за пределами своих населенных пунктов, трудятся вне СЭ {(15:1) × 100%}                                |                             | (22 900,9 млрд руб. : 125 357,4 млрд руб.) × 100%                    |                                                                       |                                           |                                                    |                                     | 18,3%                   |

Источник Рассчитано авторами по данным Росстата<sup>4,5</sup>

<sup>4</sup> Росстат. Национальные счета. Валовой внутренний продукт. <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 10.04.2025).

<sup>5</sup> Росстат. Рабочая сила, занятость и безработица в России. [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab\\_sila\\_2024.htm](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2024.htm) (дата обращения: 10.04.2025).

<sup>6</sup> Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

<sup>7</sup> Демографический ежегодник России — 2023: Стат. сборник. М.: Росстат 2023; 45.

народным обычаям почитания старших, следования заветам своих предков и прочих моральных устоев, корнями уходящих в общинные отношения. Эти моральные правила, основанные на здоровом консерватизме, способствуют сохранению семей, правильному воспитанию подрастающих поколений [6]. Данные традиции распространяются и на производство, находят отражение в организации деятельности субъектов сельской экономики, благоприятно влияют на общество и государство.

Сельская местность является естественной зоной рекреации здоровья и трудоспособности всех граждан страны. Возможность непосредственного общения с природой служит бесплатным общественным благом, производимым сельской экономикой в совокупности с сельскими территориями, которым могут воспользоваться все желающие. Уникальность России состоит в обладании большими просторами, которые могут использоваться как для хозяйственной деятельности, так и служить ареалами для укрепления здоровья и повышения благополучия людей.

Наличие многочисленных природно-климатических зон сельских территорий в нашей стране, которыми не обладает никакое другое государство, создает широкие возможности для выбора нахождения людей в различных географических поясах, удовлетворяя разнообразные запросы людей. Следует подчеркнуть, что сельская экономика является остоном сельской жизни, ибо без нее сельские территории превращаются в необитаемые пространства. Поэтому единство сельской экономики, сельского населения и сельских территорий нужно рассматривать в качестве органической целостности, создающей уникальные возможности для национального развития.

Следующей целью, согласно Указу Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309<sup>8</sup>, являются «б) реализация потенциала каждого человека, развитие его талантов, воспитание патриотичной и социально ответственной личности». Российское село всегда отличалось патриотизмом и социальной ответственностью. Общинные отношения и доминирующие в сельских сообществах моральные ценности формировали у людей чувство коллективизма и ответственности не только за себя, но и за других. Данный психотип личности продиктован многовековой историей нашей страны, где в сельской местности очень тяжело в одиночку противостоять силам стихии, и прежде всего поэтому люди были вынуждены объединяться, для того чтобы выжить среди бескрайних просторов и вести совместную хозяйственную деятельность.

Сельская экономика предоставляет возможности для реализации потенциала каждого человека и развития его талантов. Среди ее субъектов широкий выбор видов и форм участия в общественно

полезной деятельности. В сельской местности развит ряд отраслей, в которых могут быть заняты рабочие и специалисты разных профессий от сферы материального производства до сферы обслуживания. Формы участия в экономической деятельности включают спектр занятости от индивидуального предпринимательства до работы в крупных компаниях. Особые возможности сельским жителям предоставляет аграрное производство. Спецификой сельской экономики является повсеместная возможность вести свое хозяйство, принимая формы от личных подсобных до крестьянских (фермерских) хозяйств. Такие хозяйства могут быть как товарными, так и нетоварными.

Разумеется, сельская экономика предоставляет выбор для развития талантов человека прежде всего в производственной сфере. Для профессионального и карьерного роста сотрудников практикуется обучение в стенах организаций, а также направление на целевое обучение от предприятий в различные образовательные учреждения, система повышения квалификации рабочих, специалистов и руководителей.

Национальная цель «в) комфортная и безопасная среда для жизни» в части ее реализации сельской экономикой характеризуется большей (по сравнению с городом) безопасностью и определенными удобствами проживания в сельской местности. По данным статистической информации в ежегодном Комплексном наблюдении условий жизни населения в 2024 году, 29,7% лиц в возрасте 15 лет и более в сельских населенных пунктах указали, что чувствуют себя на улице в своем населенном пункте (районе проживания) в темное время суток совершенно безопасно, в то время как в городских населенных пунктах это ощущение испытывали только 16,8%<sup>8</sup>. В то же время в сельской местности лица в возрасте 15 лет и более, занятые в экономике (работающие), выполняли в 2024 году основную работу, которую они считают совершенно безопасной, лишь 17,8%, а в городских поселениях — 23,7%<sup>8</sup>. Это свидетельствует о необходимости усиления действий по обеспечению безопасных условий труда на субъектах сельской экономики.

Безопасность для всех граждан страны обеспечивается возможностью расселения большого количества людей в благоприятных естественных условиях при соблюдении пространственной дистанции. Это приобретает особую актуальность для общества во времена различных социальных и природных катаклизмов: пандемий, боевых действий, стихийных бедствий.

Комфорт в сельской местности обусловлен прежде всего близостью к природе, возможностью жить и работать в условиях здоровой окружающей среды. С этим связана реализация еще

<sup>8</sup> Росстат. Комплексное наблюдение условий жизни населения. 2024.  
[https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/GKS\\_KOUZH\\_2024/index.html](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/GKS_KOUZH_2024/index.html) (дата обращения: 24.04.2025).

одной цели национального развития «г) экологическое благополучие». На загрязненность окружающей среды в 2024 году указывали 14,1% лиц в возрасте 15 лет и более в сельских населенных пунктах, тогда как в городских населенных пунктах почти втрое больше — 40,6%<sup>9</sup>, то есть проживание и работа в сельской местности способствуют экологическому благополучию людей. Перенос производств, бизнесов и развитие существующих предприятий, домашних хозяйств на сельских территориях влекут улучшение экологических условий для массы людей.

В сельской местности должна интенсивно развиваться экономика замкнутого типа. Например, при утилизации выброса парниковых газов от сельскохозяйственных животных путем их переработки на биоконверсионных установках в тепловую энергию. Для этого разработаны механизмы низкоуглеродной трансформации отраслей и отдельных производств [7]. Данное направление уже начинает регулироваться государством [8]. Уменьшение эмиссии парниковых газов позволяет улучшить экологию сельских территорий [9].

Использование вторичных ресурсов и сырья из отходов в отраслях сельской экономики создает широкие возможности для улучшения состояния окружающей среды, повышения эффективности производства.

Экологическое благополучие в субъектах сельской экономики может обеспечиваться за счет внедрения методов биологизации производства, приоритетного использования природоподобных технологий, выпуска органической продукции. Российское сельское хозяйство имеет конкурентное преимущество перед развитыми в аграрном отношении странами. Не испытывая чрезмерной нагрузки от внесения больших доз минеральных удобрений и других агрохимикатов прежде и особенно теперь (на наших полях используется в несколько раз меньше искусственных туков, чем в большинстве европейских стран, США, Китае и др.), отечественные почвы сохранили в ряде случаев оттенки реликтовости, не успев насытиться остаточными количествами токсикантов. Кроме того, они обладают относительно высоким плодородием (около половины всех мировых черноземов сосредоточено в нашей стране), что позволяет производить на них органическую продукцию, востребованную на глобальных рынках. Это положительным образом сказывается на экологическом благополучии, к тому же суля стабильную денежную выручку российским аграриям.

Реализация национальной цели «д) устойчивая и динамичная экономика» субъектами сельской экономики предполагает их устойчивое и поступательное развитие, под которым понимаются удовлетворение потребностей нынешнего и будущих поколений, сочетание рентабельной работы

с сохранением окружающей среды и социально-экономическим равенством. Предприятия различных организационно-правовых форм сельской экономики могут иметь различную эффективность [10], но общей закономерностью для них является то, что их устойчивость и динамика развития во многом обусловлены инвестиционной активностью, уровень которой в настоящее время уступает средним российским значениям. Он может быть поднят в первую очередь за счет улучшения инвестиционного климата через комплексную систему мер господдержки сельских предпринимателей и сокращения избыточной административной нагрузки, эффективной аграрной политики, развития производственной и социальной инфраструктуры российской деревни.

Деньги текут туда, где им комфортно размножаться. Реализация приоритетного национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» убедительно доказала, что, применяя эффективные инструменты, можно быстро привлечь большие средства частного капитала, в короткие сроки обеспечивающего интенсивный рост производства. Этому способствует и развитие конкурентной среды в экономике, которая в сельском хозяйстве создается множеством товаропроизводителей, придавая ей характер совершенной конкуренции. Кроме того, для повышения эффективности и динамичного развития аграрного производства целесообразно задействовать ряд прогрессивных методов управления экономикой как на отраслевом уровне (например, модель «затраты — выпуск») [11], так и на хозяйственном, занимаясь экономической инженерией на отдельных предприятиях [12].

Нужно подчеркнуть, что вся российская экономика и общество во многом зависят от аграрного производства в части продовольственного обеспечения, создания рабочих мест, наполнения бюджетов различных уровней. Многие отрасли сельской экономики (и особенно сельское хозяйство) обладают мультипликативным эффектом, давая импульс для развития смежных производств.

Что касается реализации национальной цели «е) технологическое лидерство», то субъектам сельской экономики следует в большей степени преодолеть зависимость от импортных поставок многих технических устройств и оборудования, семян ряда культурных растений, генетического материала сельскохозяйственных животных, критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, ветеринарных препаратов. Согласно «Единому плану по достижению национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года», уровень технологической независимости в сфере продовольственной безопасности должен подняться с 45,8% в 2023 году до 66,7% в 2030 году<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года (утв. Правительством Российской Федерации).

Для этого принят национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», а также федеральные проекты: «Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике», «Ветеринарные препараты», «Производство критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, технологических вспомогательных средств», по каждому из которых установлены индикаторы, характеризующие достижение показателя национальной цели развития, назначены ответственные должностные лица, определены исполнители, разработаны конкретные планы. Предусмотрена подготовка кадров для практического осуществления программных мероприятий.

Многое предстоит сделать субъектам сельской экономики для реализации национальной цели «ж) цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы». Несмотря на определенные успехи по роботизации трудоемких технологических процессов, использованию больших данных, повышающих эффективность и устойчивость предприятий, а также внедрение в производство ряда других элементов цифровизации [13], она пока не стала драйвером развития сельской экономики. Об этом, в частности, свидетельствуют результаты исследований, согласно которым не прослеживается какой-либо значимой связи между развитием в российских регионах сельского хозяйства и их цифровой трансформацией сельской местности [14].

Есть определенные достижения по внедрению цифровых методов в сфере государственного контроля и управления субъектами сельской экономики, которые, однако, не всегда облегчают работу производителей, вынужденных систематически и часто отчитываться через информационные порталы о многих деталях своей

деятельности. Во всяком случае цифровые системы в сфере управления не могут заменить цифровую трансформацию производства.

Правительство РФ планирует обеспечение к 2030 году цифровыми платформами ключевых отраслей экономики и социальной сферы, создание и развитие государственных информационных систем федеральных ведомств, необходимых для оказания государственных услуг и исполнения контрольных (надзорных) функций в электронном виде. Достижение к 2030 году «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики в рамках единых отраслевых цифровых платформ и с учетом ускоренного внедрения технологий обработки больших объемов данных и искусственного интеллекта будет способствовать росту эффективности управления отраслями. Эти меры должны привести к повышению результативности аграрного сектора экономики, где благодаря им уже отмечается высокая эффективность цифровизации [15].

### Выводы/Conclusions

Таким образом, сельская экономика вносит большой вклад в формирование ВВП, который, согласно произведенным расчетам по оригинальной методике ВИАПИ им. А.А. Никонова, оценивается в интервале от 14,8 до 18,3%, а также в реализацию национальных целей развития. С учетом производимых ею общественных благ, за которые субъекты сельской экономики не получают платы и которые не учитываются в государственной статистике и ведомственной отчетности, этот вклад становится гораздо более весомым. Аграрной науке предстоит разработать методики расчета эффектов от этих общественных благ. Однако априори можно утверждать, что значение сельской экономики для нашей страны трудно переоценить, поскольку оно бесценно.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ситдикова Л.Ф. Формы хозяйствования в сельской экономике. *Глобальная экономика и национальная безопасность*. 2022; (1): 22–28. <https://elibrary.ru/bsomie>
2. Строков С.Н. Методические подходы к построению интегральных индикаторов для оценки развития сельской локальной экономики (на примере Канады). *Актуальные вопросы современной экономики*. 2024; (9): 211–215. <https://doi.org/10.34755/IROK.2024.97.19.015>
3. Чыонг Конг Б. Исследование структурной трансформации сельской экономики с точки зрения региональных связей. *Экономика региона*. 2022; 18(2): 312–323 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-1>
4. Дымова С.С., Мальцева Е.С. Развитие аграрного производства в России и проблема миграции сельского населения. *Вестник ОрелГИЭТ*. 2019; (4): 5–10. <https://doi.org/10.36683/2076-5347-2019-4-50-5-10>
5. Комплексное развитие сельских территорий: проблемы и решения. Аналитическая записка. М.: Межведомственный координационный совет РАН по исследованиям в области агропромышленного производства и комплексного развития сельских территорий. 2024; 85.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### REFERENCES

1. Sitdikova L.F. Forms of management in rural economy. *Global'naya ekonomika i natsional'naya bezopasnost'*. 2022; (1): 22–28 (in Russian). <https://elibrary.ru/bsomie>
2. Strokov S.N. Methods of identification of integral indicators to estimate development of rural local economy (for Canadian rural areas). *Current issues of modern economy*. 2024; (9): 211–215 (in Russian). <https://doi.org/10.34755/IROK.2024.97.19.015>
3. Truong Cong B. Revisiting Rural Economic Structural Transformation from the Viewpoint of Regional Linkages. *Economy of regions*. 2022; 18(2): 312–323. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-1>
4. Dymova S.S., Maltseva E.S. Development of agrarian production in Russia and the problem of rural population migration. *OrelSIET bulletin*. 2019; (4): 5–10 (in Russian). <https://doi.org/10.36683/2076-5347-2019-4-50-5-10>
5. Integrated rural development: problems and solutions. Analytical note. Moscow: Interdepartmental Coordinating Council of the Russian Academy of Sciences for research in the field of agro-industrial production and integrated rural development. 2024; 85 (in Russian).

6. Баутин В.М., Мерзлов А.В. Важное направление диверсификации несельскохозяйственной деятельности в развитии сельской локальной экономики. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2024; (9): 72–77. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-9-72-77>
7. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Инструменты обоснования стратегии низкоуглеродной трансформации агропродовольственных систем. *Экономика сельского хозяйства России*. 2024; (4): 104–110. <https://doi.org/10.32651/244-104>
8. Котеев С.В. Государственное регулирование низкоуглеродного развития в АПК: анализ передового опыта. *Актуальные вопросы современной экономики*. 2024; (7): 23–33. <https://doi.org/10.34755/IROK.2024.80.22.010>
9. Соболев О.С. Влияние парниковых газов в сельском хозяйстве России на экологию сельских территорий. *Никоновские чтения. Материалы XXVIII Международной научно-практической конференции*. М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова. 2023; 251–256. <https://elibrary.ru/axvqls>
10. Петриков А., Гатаулина Е., Сарайкин В. Динамика и сравнительная эффективность сельскохозяйственных организаций России различных организационно-правовых форм. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2016; (6): 9–15. <https://elibrary.ru/xcdfjr>
11. Голубев А., Буховец Н. Особенности действия метода «затраты — выпуск» в сельскохозяйственном производстве. *АПК: экономика, управление*. 1999; (5): 21–27. <https://elibrary.ru/uyzfthx>
12. Голубев А.В. Экономическая инженерия. *АПК: экономика, управление*. 2000; (6): 22–28. <https://elibrary.ru/viretz>
13. Еремин С.Г. Цифровизация сельского хозяйства: роль больших данных в повышении эффективности и устойчивости отрасли. *Аграрная наука*. 2025; (4): 172–176. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-172-176>
14. Сальников С.Г., Горбачёва М.В., Селина М.В., Тухина Н.Ю. Цифровая трансформация села: общий и региональный анализ. М.: Академия Принт. 2024; 239. ISBN 978-5-6053186-3-7 <https://elibrary.ru/bcnzge>
15. Худякова Е.В., Никаноров М.С., Степанцевич М.Н. Эффективность внедрения цифровых инноваций в АПК. *Известия Международной академии аграрного образования*. 2023; 65: 99–104. <https://elibrary.ru/evbzsi>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Владимир Моисеевич Баутин

академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник агропромышленного комплекса России, главный научный сотрудник  
bautinvm@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1560-8994>

##### Алексей Валерианович Голубев

доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник агропромышленного комплекса России, главный научный сотрудник  
a.v.golubev@vniiesh.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7549-6643>

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий «Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», Большой Харитоньевский пер., 21, стр. 1, Москва, 107078, Россия

6. Bautin V.M., Merzlov A.V. An important direction of diversification of non-agricultural activities for the development of rural local economy. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2024; (9): 72–77 (in Russian). <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-9-72-77>
7. Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Tools for substantiation of the low-carbon transformation strategy of the agri-food systems. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024; (4): 104–110 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/244-104>
8. Koteev S.V. State regulation of low-carbon development in agriculture: analysis of best practices. *Current issues of modern economy*. 2024; (7): 23–33 (in Russian). <https://doi.org/10.34755/IROK.2024.80.22.010>
9. Sobolev O.S. The impact of greenhouse gases in Russian agriculture on the ecology of rural areas. *Nikonov readings. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference*. Moscow: All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov. 2023; 251–256 (in Russian). <https://elibrary.ru/axvqls>
10. Petrikov A., Gataulina E., Saraykin V. Dynamics and comparative effectiveness of agricultural organizations in Russia of various organizational and legal forms. *International Agricultural Journal*. 2016; (6): 9–15 (in Russian). <https://elibrary.ru/xcdfjr>
11. Golubev A., Bukhovets N. The specifics of the “input — output” method in agricultural production. *AIC: economics, management*. 1999; (5): 21–27 (in Russian). <https://elibrary.ru/uyzfthx>
12. Golubev A.V. Economic engineering. *AIC: economics, management*. 2000; (6): 22–28 (in Russian). <https://elibrary.ru/viretz>
13. Eremin S.G. Digitalization of agriculture: the role of big data in improving the efficiency and sustainability of the industry. *Agrarian science*. 2025; (4): 172–176 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-172-176>
14. Salnikov S.G., Gorbacheva M.V., Selina M.V., Tukhina N.Yu. Digital transformation of rural areas: general and regional analysis. Moscow: *Akademiya Print*. 2024; 239 (in Russian). ISBN 978-5-6053186-3-7 <https://elibrary.ru/bcnzge>
15. Khudyakova E.V., Nikanorov M.S., Stepansevich M.N. The effectiveness of the introduction of digital innovations in the agro-industrial complex. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2023; 65: 99–104 (in Russian). <https://elibrary.ru/evbzsi>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Vladimir Moiseevich Bautin

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Worker of the agro-industrial complex of Russia, Chief Researcher  
bautinvm@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1560-8994>

##### Alexey Valerianovich Golubev

Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Worker of the agro-industrial complex of Russia, Chief Researcher  
a.v.golubev@vniiesh.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7549-6643>

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — Branch of the Federal Scientific Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories “All-Russian Research Institute of Agricultural Economics”, 21/1 Bolshoy Kharitonyevsky Lane, Moscow, 107078, Russia

**В.В. Демичев****В.В. Маслакова** ✉**В.С. Токарев***Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия*✉ [maslakovavv@rgau-msha.ru](mailto:maslakovavv@rgau-msha.ru)

Поступила в редакцию: 14.04.2025

Одобрена после рецензирования: 09.06.2025

Принята к публикации: 24.06.2025

© Демичев В.В., Маслакова В.В.,  
Токарев В.С.**Vadim V. Demichev,****Vesta V. Maslakova** ✉**Victor S. Tokarev***<sup>1</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*✉ [maslakovavv@rgau-msha.ru](mailto:maslakovavv@rgau-msha.ru)

Received by the editorial office: 14.04.2025

Accepted in revised: 09.06.2025

Accepted for publication: 24.06.2025

© Demichev V.V., Maslakova V.V., Tokarev V.S.

# Типизация регионов России на основе комплексного индекса социально-экологической трансформации сельского хозяйства

## РЕЗЮМЕ

Стратегические цели развития сельского хозяйства России до 2030 года заключаются в повышении уровня продовольственной безопасности, увеличении объемов экспорта сельскохозяйственной продукции, вовлечении новых земель в сельскохозяйственный оборот, а также внедрении цифровых сервисов. Выполнение поставленных целей требует гибкой политики, направленной не только на рост сельскохозяйственного производства, но и на повышение социальной и экологической устойчивости.

Статья посвящена проблеме социально-экологической трансформации (перехода) сельского хозяйства как важного условия достижения стратегических целей развития отрасли, включая обеспечение устойчивой продовольственной безопасности.

**Цель исследования** — разработать подход для сравнения типов регионов, основанный на расчете комплексного индекса социально-экологической трансформации сельского хозяйства.

В процессе работы были использованы методы логического и сравнительного анализа, а также методы обработки статистической информации, такие как построение факторных комбинационных и типологических группировок, индексный анализ и др. Проведен расчет социального и экологического субиндексов, на основании которых рассчитан комплексный индекс социально-экологической трансформации сельского хозяйства. В ходе исследования выделены типы (группы) регионов, однородные по социальным и экологическим условиям. Дана экономическая характеристика выделенным группам субъектов РФ. Опираясь на проведенные расчеты, авторы выявили взаимообусловленность социальных, экологических и экономических аспектов развития сельского хозяйства. Результаты данного исследования значимы для осуществления дифференцированной аграрной политики и адресной государственной поддержки различных групп субъектов РФ.

**Ключевые слова:** устойчивый экономический рост в сельском хозяйстве, комплексный индекс, социально-экологическая трансформация, региональная экономика, типологическая группировка

**Для цитирования:** Демичев В.В., Маслакова В.В., Токарев В.С. Типизация регионов России на основе комплексного индекса социально-экологической трансформации сельского хозяйства. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 186–193. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-186-193>

## Typing of Russian regions based on the comprehensive index of socio-ecological transformation of agriculture

### ABSTRACT

The strategic goals of Russia's agricultural development until 2030 are to increase food security, agricultural exports, involve new land in agricultural circulation, and introduce digital services. Achieving the goals requires flexible policies aimed not only at increasing agricultural production, but also at increasing social and environmental sustainability.

The article is devoted to the problem of socio-environmental transformation (transition) of agriculture. This transformation is an important condition for achieving strategic goals for the development of the industry, including ensuring sustainable food security.

**The purpose of the study** is to develop an approach for comparing the types of regions based on the calculation of a comprehensive index of socio-ecological transformation of agriculture. In the course of the work, methods of logical and comparative analysis were used, as well as methods of processing statistical information, such as constructing factorial combinational and typological groupings, index analysis, etc. The calculation of social and ecological subindexes has been carried out, on the basis of which a comprehensive index of socio-ecological transformation of agriculture has been calculated. The study identified types (groups) of regions that are homogeneous in terms of social and environmental conditions. The economic characteristics of the selected groups of subjects of the Russian Federation are given.

Based on the calculations carried out, the authors revealed the interdependence of the social, environmental and economic aspects of agricultural development. The results of this study are significant for the implementation of a differentiated agrarian policy and targeted state support for various regions groups.

**Key words:** sustainable economic growth in agriculture, comprehensive index, socio-ecological transformation, regional economy, typological grouping

**For citation:** Demichev V.V., Maslakova V.V., Tokarev V.S. Typing of Russian regions based on the comprehensive index of socio-ecological transformation of agriculture. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 186–193 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-186-193>

## Введение/Introduction

Для достижения к 2030 году стратегических целей развития сельского хозяйства, включающих повышение уровня продовольственной безопасности, увеличение объемов экспорта сельхозпродукции, вовлечение новых земель в сельскохозяйственный оборот и внедрение цифровых сервисов<sup>1</sup> в условиях неопределенности и санкционного давления на экономику России, необходима гибкая адресная аграрная политика, учитывающая социальные и экологические изменения на региональном уровне. Наращивание объемов производства и экспортного потенциала отрасли должно осуществляться с максимальным сохранением и развитием социальной сферы сельских территорий и нивелированием негативного воздействия производства на окружающую среду с целью ее максимального сохранения.

Социальное и экологическое истощение сельских территорий может стать серьезным риском обеспечения продовольственной безопасности в долгосрочной перспективе. Иными словами, для достижения действительно устойчивой продовольственной безопасности и других заявленных целей необходимы соблюдение не только расширенного воспроизводства экономических ресурсов отрасли, но и социальных, сохранение природных ресурсов, включая земли сельскохозяйственного назначения и другие ресурсы. В этих обстоятельствах особую актуальность приобретают инструменты мониторинга социально-экологической трансформации сельского хозяйства.

Особое значение социального и экологического аспекта в формировании устойчивой экономики неоднократно подчеркивалось Правительством РФ. Главой государства утверждены национальные цели и задачи по укреплению устойчивости национальной экономики, предусматривающие повышение качества жизни населения, а также достижение экологического благополучия<sup>2</sup>.

Активная роль в эффективном выполнении указанных задач отводится регионам, с которыми, как отмечено на заседании Совета по стратегическому развитию и национальным проектам, должно проводиться адресная и системная работа<sup>3</sup>.

Важность исследования социально-экологического аспекта в сельском хозяйстве широко представлена в работах ученых-экономистов И.Ю. Новоселовой, Н.В. Пахомовой, Б.Н. Порфирьева, К.К. Рихтера, О.В. Сергиенко, А.И. Трубилина и др. [1–5]. Н.Ю. Нестеренко, К.К. Рихтер и

Н.В. Пахомова отмечают необходимость изучения наряду с экономическими социальных и экологических факторов для формирования комплексных стратегий развития сельского хозяйства в России и ее регионах [5].

Такого же мнения придерживается О.В. Сергиенко. Согласно его исследованию, новая экономическая модель сельскохозяйственного производства предусматривает переход к экологически устойчивой системе органического производства в контексте социального, экономического и экологического измерений [3]. Такие измерения определяют социально-экологические трансформационные процессы в региональной экономике, которые существенно отличаются из-за различий в природно-климатических условиях и уровне жизни сельского населения.

В работе Л. Дансо-Дахмена и Ф. Дегенхардта под трансформационными процессами понимается набор международных (экономических) политических мер, направленных, с одной стороны, на улучшение условий жизни и труда, производства, с другой — на смягчение климатических изменений, улучшение состояния вод и почв, условий в мире природы<sup>4</sup>. В основе понятия — принцип системности и международного сотрудничества.

Для изучения рассматриваемых трансформационных процессов целесообразно использовать методы типизации регионов, которые учитывают социально-экологические изменения. Вопросам типизации регионов посвящены работы ученых ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, Высшей школы экономики — Института аграрных исследований, среди которых д-ра экон. наук Н.А. Борхунов, В.С. Балабанов, Л.Э. Лимонов, член-корреспондент РАН А.П. Зинченко и др. Классификация сельскохозяйственных товаропроизводителей проводится по различным признакам, например по размеру выручки, факторов производства, площади сельскохозяйственных угодий, уровню товарности, специализации и др. [7, 8].

Однако, несмотря на наличие трудов в исследуемой сфере, остается малоизученной типизация регионов в соответствии с уровнем социально-экологической трансформации сельского хозяйства.

*Цель исследований* — разработка подхода для сравнения типов регионов, основанного на расчете комплексного индекса социально-экологической трансформации сельского хозяйства (КИСЭТ).

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-р [электронный ресурс].

Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/143037> (дата обращения: 20.02.2025).

<sup>2</sup> О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/73986> (дата обращения: 20.02.2025).

<sup>3</sup> Заседание Правительства РФ [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/news/53682> (дата обращения: 20.02.2025).

<sup>4</sup> Danso-Dahmen L., Degenhardt P. (eds.). Social-Ecological Transformation Perspectives From Asia And Europe. Manuskripte neue folge. 2020; 112 (published online: 22 Feb 2025).

В рамках исследования необходимо выполнить следующие задачи: провести расчет социального и экологического субиндексов, оценить их совместное влияние на распределение регионов; рассчитать КИСЭТ сельского хозяйства; выделить типы (группы) регионов, однородные по социальным и экологическим условиям; дать экономическую характеристику выделенным группам субъектов РФ и оценить взаимосвязь между КИСЭТ и экономикой региона.

Результаты данного анализа представляют ценность для осуществления дифференцированной аграрной политики и мер адресной государственной поддержки.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Теоретической основой послужили исследования в области устойчивого развития сельского хозяйства России — как отечественных, так и зарубежных ученых [1–5, 10].

Материал для анализа представлен открытыми данными, размещенными на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики<sup>5</sup>, в Единой межведомственной информационно-статистической системе<sup>6</sup>, а также данными Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), опубликованными в национальных докладах о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2023 годы<sup>7</sup>.

В процессе работы были использованы методы логического и сравнительного анализа, а также методы обработки статистической информации, такие как построение факторных комбинационных и типологических группировок, индексный анализ и др. Исследуемая совокупность включает 74 субъекта РФ. Из совокупности исключены единицы наблюдения, по которым отсутствуют статистические данные по анализируемым социальным показателям и показателям состояния окружающей природной среды, включая Республику Крым и новые регионы России (ЛНР, ДНР, Запорожскую и Херсонскую области). В состав социальных входят показатели, характеризующие демографическую ситуацию, занятость, доходы населения и условия проживания. Во вторую группу

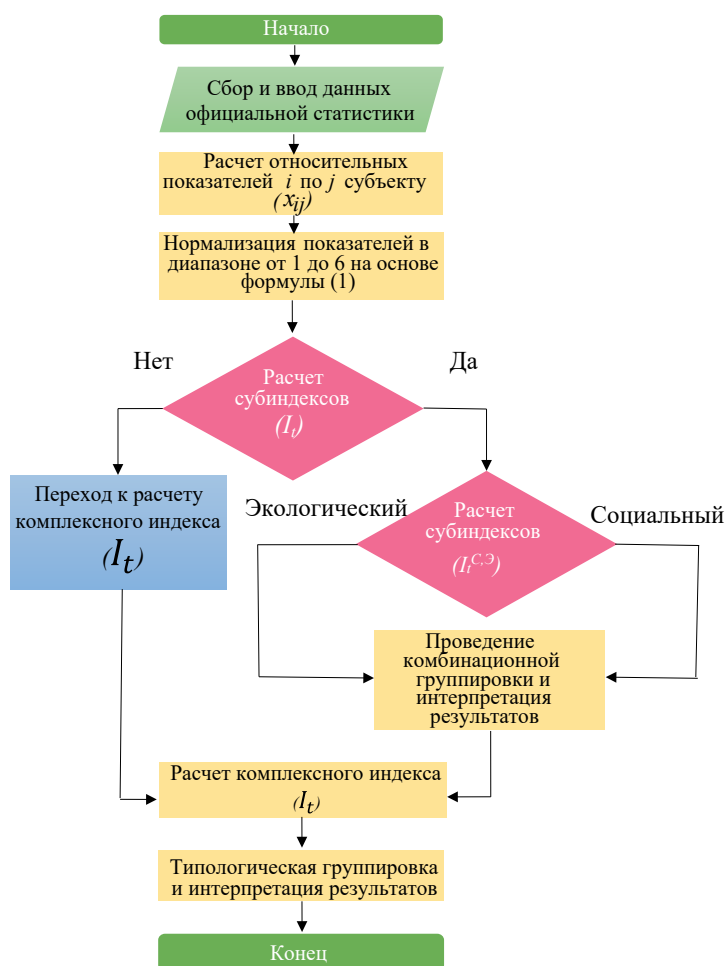
включены показатели структуры земельной площади, объемов выбросов метана и вносимых удобрений, показатели рекультивации сельскохозяйственных угодий и структуры затрат на защиту и реабилитацию земель [6, 9].

Типизация регионов по уровню социально-экологической трансформации в сельском хозяйстве относится к числу сложных многоаспектных задач. Наличие инструмента оценки текущего состояния и складывающихся тенденций существенно облегчает решение данной задачи. К такому инструменту оценки можно отнести разработанный алгоритм типизации региона по уровню социально-экологической трансформации (рис. 1).

После сбора данных официальной статистики и формирования необходимых относительных

**Рис. 1.** Алгоритм типизации региона по уровню социально-экологической трансформации. Источник: составлено авторами

**Fig. 1.** Algorithm for typing a region by the level of socio-environmental transformation. Compiled by the authors



Примечание: цвет подчеркивает различие фигур: зеленый (овал) — начало (конец) процесса, светло-зеленый (параллелограмм) — ввод (сбор) внешних данных для расчета индекса, синий (прямоугольник) — действие, которого может и не быть во всем алгоритме, розовый (ромб) — условие, выбор вариантов дальнейших действий.

<sup>5</sup> Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 22.02.2025).

<sup>6</sup> ЕМИСС: официальный сайт [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 27.02.2025).

<sup>7</sup> Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2022 гг. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Москва. 2024; 406.

показателей ( $x_{ij}$ ) по каждому показателю ( $i$ ) и каждому региону ( $j$ ) проводится нормализация показателей в диапазоне значений от 1 до 6 баллов включительно. Чем ближе значение того или иного показателя к 6, тем выше уровень социально-экологической трансформации.

Далее, если нет необходимости в расчете субиндексов по социальному и экологическому аспектам, рассчитывается КИСЭТ ( $I_t$ ) как простая арифметическая средняя из ранее рассчитанных индексов по формуле (1).

$$I_t = \frac{1}{2n} \times \sum \left( \frac{5 \times x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} + 1 \right) + \frac{1}{2k} \times \sum \left( \frac{-5 \times x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} + 6 \right), \quad (1)$$

где:  $x_{ij}$  — значение признака (показателя)  $i$  по  $j$ -му субъекту;  $x_{\min}$  — минимальное значение рассматриваемого признака;  $x_{\max}$  — максимальное значение рассматриваемого признака;  $n$  — число показателей, выраженных прямой величиной;  $k$  — число показателей, выраженных обратной величиной.

Может быть реализован расчет отдельно социального ( $I_t^C$ ) и экологического субиндексов ( $I_t^E$ ), на основе которых проводится факторная комбинационная группировка для более детальной типизации регионов.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Группировка субъектов РФ по социальному субиндексу позволила выделить три группы, из которых наиболее многочисленной является средняя, в которую вошли 37 субъектов РФ, что составляет 50% от совокупности (табл. 1). Численность низшей группы составляет 23 единицы (31,1%), высшей — 14 субъектов РФ (18,9%). По аналогии выделены три типа субъектов по экологическому субиндексу, из которых наибольшая — средняя группа (52 региона, или 70,3% от совокупности). Численность низшей группы 10 субъектов РФ (13,5%), высшей — 12 (16,2%).

Наибольший интерес представляют полярно противоположные группы, сформированные в результате взаимодействия двух субиндексов. Выделены регионы-лидеры как по социальному, так и по экологическому субиндексу, среди которых две области (Липецкая, Оренбургская) и две

республики (Татарстан, Мордовия). В данных регионах благоприятные социальные условия, а также низкие экологические риски. Противоположными по характеристике являются отстающие регионы — как по социальному, так и по экологическому субиндексу, которые представлены тремя областями (Архангельской, Сахалинской, Смоленской), Республикой Коми и Приморским краем.

Переход от субиндексов к комплексному индексу ( $I_t$ ) позволил оценить совместное влияние как социальных, так и экологических условий, а также провести дальнейшую типизацию регионов на основе типологической группировки. В итоге типизации по КИСЭТ получены три типа субъектов, имеющих существенные различия по уровню экологических рисков и социальным условиям. Результаты исследования представлены на рисунке 2, где зеленым цветом отмечены 13 субъектов высшей группы, голубым — 39 субъектов средней группы, розовым — 22 субъекта низшей группы (рис. 2).

Таблица 1. Распределение регионов по социальному и экологическому субиндексам

Table 1. Distribution of regions by social and environmental subindex

| Субиндекс  |                            | Экологический                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |
|------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                            | низшая<br>(от 2,2 до 3,0)                                                            | средняя (от 3,0 до 3,8)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | высшая<br>(от 3,8 до 4,3)                                                                                      |
| Социальный | Низшая<br>(от 2,8 до 3,5)  | 3 области (Архангельская, Сахалинская, Смоленская), Республика Коми, Приморский край | 4 республики (Бурятия, Хакасия, Карелия, Тыва), 11 областей (Иркутская, Новгородская, Псковская, Кемеровская, Свердловская, Томская, Московская, Тверская, Новосибирская, Курганская, Амурская), 2 края (Красноярский, Хабаровский)                                                                                                                                 | Ульяновская область                                                                                            |
|            | Средняя<br>(от 3,5 до 4,1) | 3 области (Ленинградская, Брянская, Калужская)                                       | 7 республик (Башкортостан, Чувашская, Марий Эл, Крым, Удмуртская, Саха (Якутия), Алтай), 17 областей (Волгоградская, Вологодская, Владимирская, Костромская, Курская, Кировская, Калининградская, Нижегородская, Омская, Пензенская, Ростовская, Тюменская, Ивановская, Рязанская, Тульская, Челябинская, Ярославская), 3 края (Пермский, Краснодарский, Алтайский) | 5 областей (Астраханская, Воронежская, Саратовская, Самарская, Тамбовская), 2 республики (Дагестан, Ингушетия) |
|            | Высшая<br>(от 4,1 до 4,6)  | Карачаево-Черкесская Республика, Мурманская область                                  | 5 республик (Адыгея, Кабардино-Балкарская, Чеченская, Северная Осетия — Алания, Калмыкия), 2 области (Белгородская, Орловская), Ставропольский край                                                                                                                                                                                                                 | 2 республики (Татарстан, Мордовия), 2 области (Липецкая, Оренбургская)                                         |

Источник: Рассчитано авторами по данным Росстата<sup>8</sup>, ЕМИСС<sup>9</sup>, Росгидромета<sup>10</sup>, Всероссийской переписи населения<sup>11</sup>

<sup>8</sup> Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [электронный ресурс].

Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 22.02.2025).

<sup>9</sup> ЕМИСС: официальный сайт [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 27.02.2025).

<sup>10</sup> Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2022 гг. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Москва. 2024; 406.

<sup>11</sup> Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. Т. 8–11 [электронный ресурс].

Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/vpn/2020> (дата обращения: 27.02.2025).

**Рис. 2.** Группы регионов России по величине индекса социально-экологических трансформаций<sup>12</sup>

**Fig. 1.** Russian regions by social and environmental transformation index



Средняя группа является наиболее многочисленной, на ее долю приходится 54,6% сельскохозяйственных угодий и 58,3% основных производственных фондов, при этом доля ВДС составляет 55,5%. Она занимает промежуточное положение по социальным и экологическим условиям. Для определения взаимосвязи между экологической, социальной составляющей и экономической характеристикой интерес представляет сравнение противоположных групп субъектов (высшей и низшей).

Отраслевая направленность высшей группы — преимущественно аграрное производство, на что указывают доля сельского населения (+12,9% по сравнению с низшей группой) и доля сельскохозяйственных угодий от общей земельной площади, которая превышает долю низшей группы на 70,3% (табл. 2).

В данной группе в целом лучше демографическая ситуация. Число родившихся выше на 8,4 человека в расчете на 1000 женщин, проживающих в частных домохозяйствах в сельской местности, по сравнению с низшей группой. Ожидаемая продолжительность жизни в среднем превышает показатель низшей группы на 4,1 года. Аналогичная ситуация наблюдается в отношении квалификации трудовых ресурсов.

В части, касающейся условий проживания, частные домохозяйства выс-

шей группы лучше обеспечены коммунальными услугами. Удельный вес домохозяйств от общей их численности, отапливающих помещения на 3,6%, больше по сравнению с низшей группой. Удельный вес домохозяйств, получающих услуги водоснабжения, выше на 29,5%, водоотведения — на 23,5%, всех коммунальных услуг — на 8,8% по сравнению с отстающими регионами.

Согласно данным Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом<sup>7</sup>, выбросы метана на одну корову и на одну голову КРС в регионах-лидерах ниже на 4,7 кг и 6,4 кг соответственно (табл. 3).

**Таблица 2. Социальная характеристика выделенных групп регионов**

**Table 2. Social characteristics of the selected groups of regions**

| Показатель                                                                                                                                                                                      | Низшая | Средняя | Высшая | Разница между высшей и низшей группами |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|----------------------------------------|
| <b>Демографическая ситуация</b>                                                                                                                                                                 |        |         |        |                                        |
| Родившихся на 1000 женщин, проживающих в частных домохозяйствах в сельской местности, чел.*                                                                                                     | 1649,8 | 1629,7  | 1658,2 | 8,4                                    |
| Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет*                                                                                                                                            | 70,6   | 72,7    | 74,7   | 4,1                                    |
| Доля сельского населения от общей численности населения, %                                                                                                                                      | 22,3   | 29,9    | 35,2   | 12,9                                   |
| <b>Занятость и доходы населения</b>                                                                                                                                                             |        |         |        |                                        |
| Уровень занятости сельского населения, %                                                                                                                                                        | 53,9   | 56,2    | 55,3   | 1,4                                    |
| Удельный вес занятого сельского населения частных домохозяйств в возрасте 15 лет и старше, имеющих высшее образование, %                                                                        | 19,2   | 20,9    | 23,6   | 4,4                                    |
| Отношение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников организаций по ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (в % к среднероссийскому уровню) | 0,87   | 0,88    | 0,86   | -0,01                                  |
| <b>Условия проживания</b>                                                                                                                                                                       |        |         |        |                                        |
| Удельный вес домохозяйств в сельской местности (%), обеспеченных:                                                                                                                               |        |         |        |                                        |
| отоплением                                                                                                                                                                                      | 87,9   | 87,6    | 91,5   | 3,6                                    |
| водоснабжением                                                                                                                                                                                  | 38,1   | 59,9    | 67,6   | 29,5                                   |
| водоотведением                                                                                                                                                                                  | 57,3   | 74,5    | 80,8   | 23,5                                   |
| всеми удобствами                                                                                                                                                                                | 12,2   | 24,1    | 21,0   | 8,8                                    |

Примечание: \* по состоянию на 01.10.2021.

Источник: Рассчитано авторами по данным Росстата<sup>8</sup>, ЕМИСС<sup>9</sup>, Всероссийской переписи населения<sup>11</sup>.

<sup>12</sup> В группировку не были включены Республика Крым и новые регионы России (ЛНР, ДНР, Херсонская и Запорожская области) по причине отсутствия данных за период исследования.

Несмотря на это, производство сельхозпродукции здесь является высокоинтенсивным. Объем вносимых минеральных удобрений на 1 га посевных площадей превышает показатель низшей группы на 28,3 кг/га (56%), что может расцениваться как негативный показатель в случае нарушения технологий возделывания сельскохозяйственных культур. В результате чего химические соединения накапливаются в почве и попадают в водные объекты.

Высокая интенсификация негативно влияет на состояние земельных ресурсов, вследствие чего необходим комплекс мероприятий, направленных на поддержание состояния почвы. Положительной экологической характеристикой являются более высокая доля рекультивируемых земель (+0,08%) и доля вспаханной зяби (+6,8%) в хозяйствах высшей группы.

Таким образом, в регионах-лидерах на большей территории проводятся меры по восстановлению плодородия. Вспашка зяби способствует снижению загрязненности почвы, улучшению ее гидрорежима и насыщению почвы кислородом. Доля затрат на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод от общей суммы текущих затрат на охрану окружающей среды высшей группы превышает показатель низшей на 5,2%.

Важным условием социально-экологического перехода наряду с цифровизацией [6] является обеспечение благоприятных экономических условий в региональном сельском хозяйстве.

Высшая группа представлена передовыми регионами в вопросах обеспечения продовольственной безопасности. На них приходится 24,2% валового регионального продукта, в то время как на более многочисленные отстающие — 17,6%.

Ресурсы в регионах-лидерах используются наиболее эффективно, где на рубль стоимости основных фондов приходится в среднем на 49 коп. больше выпускаемой продукции сельского хозяйства. Производство здесь рентабельное и

**Таблица 3. Характеристика выделенных групп регионов по показателям состояния окружающей среды**

**Table 3. Characteristics of the selected groups of regions according to environmental indicators**

| Показатель                                                                                                                             | Низшая | Средняя | Высшая | Разница между высшей и низшей группами |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|----------------------------------------|
| Доля сельскохозяйственных угодий от общей земельной площади, %                                                                         | 6,5    | 17,2    | 76,8   | 70,3                                   |
| <i>Выбросы метана (кг) в сельском хозяйстве* на:</i>                                                                                   |        |         |        |                                        |
| одну корову                                                                                                                            | 102,7  | 102,2   | 98,0   | -4,7                                   |
| одну голову КРС (за исключением коров)                                                                                                 | 55,9   | 54,0    | 49,5   | -6,4                                   |
| <i>Внесено удобрений в сельскохозяйственных организациях на 1 га всей посевной площади:</i>                                            |        |         |        |                                        |
| минеральных, кг                                                                                                                        | 50,5   | 72,3    | 78,8   | 28,3                                   |
| органических, т                                                                                                                        | 2,5    | 2,2     | 1,4    | -1,1                                   |
| Доля рекультивируемых земель от общей площади сельскохозяйственных угодий, %                                                           | 0,08   | 0,03    | 0,16   | 0,08                                   |
| Доля вспаханной зяби сельскохозяйственными организациями от общей площади сельскохозяйственных угодий, %                               | 4,6    | 8,6     | 11,4   | 6,8                                    |
| Доля затрат на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод от общей суммы текущих затрат на охрану окружающей среды, % | 2,3    | 5,6     | 7,5    | 5,2                                    |

Примечание: \* по состоянию на 2022 г.

Источник Рассчитано авторами по данным Росстата<sup>8</sup>, ЕМИСС<sup>9</sup>, Росгидромета<sup>10</sup>

**Таблица 4. Экономическая характеристика выделенных групп регионов**

**Table 4. Economic characteristics of the selected groups of regions**

| Показатель                                                                                                             | Низшая | Средняя | Высшая | Разница между высшей и низшей группами |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|----------------------------------------|
| Надой молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях, кг                                                    | 6859   | 7337    | 7170   | 313,2                                  |
| Производство скота и птицы на убой на 100 га сельскохозяйственных угодий, т                                            | 4,1    | 4,7     | 6,2    | 2,1                                    |
| Средняя годовая яйценоскость кур-несушек в сельскохозяйственных организациях, шт.                                      | 332,4  | 311,2   | 309,9  | -22,5                                  |
| <i>Урожайность основных культур, ц/га:</i>                                                                             |        |         |        |                                        |
| зерновых и зернобобовых культур                                                                                        | 20,7   | 31,8    | 33,2   | 12,5                                   |
| картофеля                                                                                                              | 168,4  | 207,2   | 180,4  | 12,0                                   |
| овощей                                                                                                                 | 242,2  | 264,0   | 245,8  | 3,6                                    |
| <i>Рентабельность реализации продукции сельского хозяйства и услуг, %:</i>                                             |        |         |        |                                        |
| в растениеводстве                                                                                                      | 45,0   | 26,6    | 30,3   | -14,7                                  |
| в животноводстве                                                                                                       | 14,0   | 16,7    | 23,1   | 9,1                                    |
| ВРП по ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» на душу населения в текущих ценах, тыс. руб. | 146,2  | 153,1   | 194,3  | 48,1                                   |
| Стоимость продукции сельского хозяйства на рубль стоимости основных фондов (фондоотдача)                               | 0,75   | 0,92    | 1,24   | 0,49                                   |

Источник Рассчитано авторами по данным Росстата<sup>8</sup>, ЕМИСС<sup>9</sup>.

высокоинтенсивное. Рентабельность реализации продукции животноводства в высшей группе превышает показатель низшей на 9,1%. Надой молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях в данной группе больше на 313,2 кг, или на 4,6%, производство скота и птицы на убой на 100 га сельскохозяйственных угодий — на 2,1 т (+51,2%).

Однако рентабельность реализации продукции растениеводства в высшей группе ниже на 14,7%, несмотря на более высокую урожайность зерновых и зернобобовых культур (+60,4%), картофеля

(+7,1%) и овощей (+1,5%). Во многом высокие показатели урожайности достигаются рекордными дозами вносимых удобрений, как рассмотрено ранее. Подобная ситуация свидетельствует о наличии рисков снижения плодородия и деградации ценных сельскохозяйственных угодий.

### Выводы/Conclusions

В результате исследований установлена взаимозависимость между уровнем социально-экологической трансформации сельского хозяйства и экономической характеристикой региона. Осуществлена типизация регионов России в результате апробации алгоритма, основанного на КИСЭТ. Выделены три группы регионов, однородные по социальным и экологическим условиям.

Первая группа (высшая) имеет более благоприятные экономические условия и результаты ведения сельскохозяйственного производства.

В среднем в этой группе достаточно благоприятные социальные условия, предпринимаются меры по сокращению негативного воздействия АПК на окружающую природную среду.

С другой стороны, высокая интенсификация производства представляет угрозу для водных и земельных ресурсов, в связи с этим целесообразно использовать сберегательные агротехнологии.

Третья группа (низшая) в среднем имеет в своем составе неаграрные регионы либо регионы, занимающиеся животноводством, экономические характеристики которых в целом отстают от регионов высшей группы. В данной группе в среднем более высокий уровень выбросов метана и менее благоприятные условия проживания сельского населения.

И наконец, вторая группа (средняя) занимает промежуточное положение и наследует некоторые признаки первой и третьей групп.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев А.А., Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л., Плямина О.В. Моделирование зеленой экономики: теория и практика. Монография. М.: Экономика. 2017; 207. ISBN 978-5-282-03491-2 <https://www.elibrary.ru/yjnmef>
2. Порфирьев Б., Широв А., Колпаков А. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России. *Мировая экономика и международные отношения*. 2020; 64(9): 15–25. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25>
3. Сергиенко О.В. Экономические, экологические и социальные факторы в антикризисной стратегии сельского хозяйства в условиях новых качеств глобальной экономической среды. *Продовольственная политика и безопасность*. 2023; 10(1): 121–136. <https://doi.org/10.18334/ppib.10.1.116953>
4. Трубилин А.И., Гайдук В.И., Комлацкий Г.В., Секерин В.Д. Зеленая экономика региона: проблемы и перспективы развития. Монография. Краснодар: КубГАУ. 2019; 137. ISBN 978-5-00097-835-1 <https://www.elibrary.ru/yxmezv>
5. Нестеренко Н.Ю., Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Устойчивое развитие органического сельского хозяйства: стратегии России и ее регионов в контексте применения технологий цифровой экономики. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2020; 36(2): 217–242 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.203>
6. Маслакова В.В., Токарев В.С. Анализ социально-экологических трансформаций в сельском хозяйстве. *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2024; (5): 325–338. <https://doi.org/10.33920/sel-11-2405-03>
7. Зинченко А.П. Проблемы воспроизводства в сельском хозяйстве России. Проблемы прогнозирования. 2017; (2): 27–35. <https://www.elibrary.ru/yzkfkp>
8. Kagirowa M.V., Rodionova O.A., Dumnov A.D., Kerimov V.E., Kolomeeva E.S. Statistical analysis of differentiation of Russian regions in terms of ensuring intensive import substitution in the livestock sector. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2018; 13(4): 1069–1080. <https://www.elibrary.ru/yjctne>
9. Маслакова В.В., Демичев В.В., Джикия М.К., Токарев В.С., Ибрагимов А.Г. Структурно-динамический анализ зеленых инвестиций в России. *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2024; (9): 628–639. <https://doi.org/10.33920/sel-11-2409-01>
10. Yang C., Ji X., Cheng C., Liao S., Obuobi B., Zhang Y. Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. *Ecological Indicators*. 2024; 159: 111723. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111723>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

### REFERENCES

1. Gusev A.A., Novoselova I.Yu., Novoselov A.L., Plyamina O.V. Modeling of the green economy: theory and practice. Monograph. Moscow: *Ekonomika*. 2017; 207 (in Russian). ISBN 978-5-282-03491-2 <https://www.elibrary.ru/yjnmef>
2. Porfiriev B., Shirov A., Kolpakov K. Low-Carbon Development Strategy: Prospects for the Russian Economy. *World Economy and International Relations*. 2020; 64(9): 15–25 (in Russian). <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25>
3. Sergienko O.V. Economic, environmental and social factors in the agriculture anti-crisis strategy amidst the new global economic environment. *Food Policy and Security*. 2023; 10(1): 121–136 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/ppib.10.1.116953>
4. Trubilin A.I., Gayduk V.I., Komlatsky G.V., Sekerin V.D. Green Economy of the region: problems and development prospects. Monograph. Krasnodar: *Kuban State Agrarian University*. 2019; 137 (in Russian). ISBN 978-5-00097-835-1 <https://www.elibrary.ru/yxmezv>
5. Nesterenko N.Yu., Pakhomova N.V., Richter K.K. Sustainable development of organic agriculture: Strategies of Russia and its regions in context of the application of digital economy technologies. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2020; 36(2): 217–242. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.203>
6. Maslakova V.V., Tokarev V.S. Analysis of social and environmental agricultural transformations in Russia. *Accounting in Agriculture*. 2024; (5): 325–338 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-11-2405-03>
7. Zinchenko A.P. Studying the problems of economic reproduction in agriculture of Russia. *Studies on Russian Economic Development*. 2017; 28(2): 140–146. <https://doi.org/10.1134/S1075700717020137>
8. Kagirowa M.V., Rodionova O.A., Dumnov A.D., Kerimov V.E., Kolomeeva E.S. Statistical analysis of differentiation of Russian regions in terms of ensuring intensive import substitution in the livestock sector. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2018; 13(4): 1069–1080. <https://www.elibrary.ru/yjctne>
9. Maslakova V.V., Demichev V.V., Dzhikiya M.K., Tokarev V.S., Ibragimov A.G. Structural and dynamic analysis of green investments in Russia. *Accounting in Agriculture*. 2024; (9): 628–639 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-11-2409-01>
10. Yang C., Ji X., Cheng C., Liao S., Obuobi B., Zhang Y. Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. *Ecological Indicators*. 2024; 159: 111723. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111723>

## ОБ АВТОРАХ

**Вадим Владимирович Демичев**

кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики  
и кибернетики  
demichev\_v@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0506-1200>

**Веста Владимировна Маслакова**

кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики  
и кибернетики  
maslakovavv@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5670-8516>

**Виктор Сергеевич Токарев**

ассистент кафедры статистики  
и кибернетики  
victokarev@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3225-5916>

Российский государственный аграрный университет —  
МСХА им. К.А. Тимирязева,  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Vadim Vladimirovich Demichev**

PhD of Economics, Associate Professor at the Department of  
Statistics and Cybernetics  
demichev\_v@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0506-1200>

**Vesta Vladimirovna Maslakova**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
of the Department of Statistics and Cybernetics  
maslakovavv@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5670-8516>

**Victor Sergeevich Tokarev**

Assistant at the Department of Statistics and Cybernetics  
victokarev@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3225-5916>

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev  
Agricultural Academy,  
49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

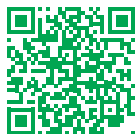
АГРАРНАЯ  
НАУКАAGRARIAN  
SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал выходит один раз в месяц.



Научно-теоретический и производственный журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (К1, К2), в список Russian Science Citation Index (RSCI), в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, «Белый список» ВАК РФ, в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS (ГНУ ЦНХБ Россельхозакадемии).

Ознакомиться с информацией  
о перечне специальностей ВАК  
и итоговом распределении  
журналов по категориям можно  
здесь:



Приравнивание научных журналов,  
входящих в наукометрические базы  
данных, к журналам Перечня ВАК  
с распределением по категориям:



**Согласно приведенным данным, журнал «Аграрная наука» относится к категории К1.**

Подобную информацию о журнале можно получить у научного редактора М.Н. Долгой  
+7 (495) 777 67 67 (доб. 1453)  
dolgaya@vicgroup.ru

Реклама

О.Ф. Семенова ✉

Н.В. Ласточкина

Центральная научная  
сельскохозяйственная библиотека,  
Москва, Россия

✉ sof@cnsnb.ru

Поступила в редакцию: 14.04.2025

Одобрена после рецензирования: 09.06.2025

Принята к публикации: 24.06.2025

© Семенова О.Ф., Ласточкина Н.В.

Olga F. Semenova ✉

Natalya V. Lastochkina

Central Scientific Agricultural Library,  
Moscow, Russia

✉ sof@cnsnb.ru

Received by the editorial office: 14.04.2025

Accepted in revised: 09.06.2025

Accepted for publication: 24.06.2025

© Semenova O.F., Lastochkina N.V.

## База данных о научных учреждениях АПК — в помощь специалистам

### РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по актуализации справочно-информационной базы данных «Авторитетный файл наименований научных учреждений АПК» генерации ФГБНУ ЦНСХБ. База данных аккумулирует информацию о научных учреждениях АПК из достоверных источников, обеспечивает идентификацию учреждений и эффективный поиск их изданий. Описаны структура авторитетных данных и навигация по базе данных. Рассмотрены инструменты поиска: строка ввода поискового запроса на естественном языке, меню поиска, алфавитный «Список наименований научных учреждений АПК», фасеты (тип учреждения, отрасль, период времени, местоположение учреждения, язык наименования). Связанные данные обеспечивают доступ к библиографическим записям по наименованиям научных учреждений в информационных ресурсах библиотеки. В 2025 году база данных пополнена в объеме 130 записей. Осуществлен контроль достоверности данных о действующих научных учреждениях АПК, в авторитетные записи внесены необходимые изменения и дополнения, добавлена информация о сокращенной форме официального наименования учреждения. Пользователям предоставлен доступ из библиографических записей к авторитетным данным. Использование базы данных для поиска информации о научных учреждениях АПК и об их изданиях обеспечивает комфорт и продуктивность работы пользователей. Актуализированная версия базы данных общим объемом 1715 записей размещена в свободном доступе в интернете.

**Ключевые слова:** базы данных, авторитетные данные, авторитетный файл, информационный поиск, информационные ресурсы, научные учреждения, АПК, ЦНСХБ

**Для цитирования:** Семенова О.Ф., Ласточкина Н.В. База данных о научных учреждениях АПК — в помощь специалистам. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 194–199. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-194-199>

## Database of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex — to help specialists

### ABSTRACT

The article presents the results of research on updating the reference information database “Authority file of names of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex” generated by the FSBSI CSAL. The database accumulates information about scientific institutions of the Agro-Industrial Complex from reliable sources, provides the identification of institutions and an effective search for their publications. The structure of authority data and navigation in the database are described. The search tools are reviewed: an input line of a search query in a natural language, a search menu, an alphabetical “List of names of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex”, facets (type of institution, industry, time period, location of the institution, language of the name). The linked data provide an access to bibliographic records by the names of scientific institutions in the library’s information resources. In 2025, the database has been updated in the volume of 130 records. The reliability of data on existing scientific institutions of the Agro-Industrial Complex has been monitored, necessary amendments and additions have been made to authority records, and information on the abbreviated form of the official name of an institution has been added. Users have got an access from bibliographic records to authority data. Using the database to search for information about scientific institutions of the Agro-Industrial Complex and their publications ensures the comfort and productivity of users. The updated version of the database with a total volume of 1,715 records is freely available on the Internet.

**Key words:** databases, authority data, authority file, information search, information resources, scientific institutions, Agro-Industrial Complex, CSAL

**For citation:** Semenova O.F., Lastochkina N.V. Database of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex — to help specialists. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 194–199 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-194-199>

## Введение/Introduction

Интеграция научных библиотек в цифровую систему коммуникаций в настоящее время осуществляется, в частности, путем увеличения доли ресурсов, представляемых в доступе через интернет. Библиотеки создают востребованные цифровые ресурсы и сервисы, осуществляя процессы структуризации и систематизации информации. Перспективным направлением этой деятельности является создание ресурсов, отражающих основные категории объектов научного информационного пространства, в том числе формирование авторитетных файлов. В международной типологии систем организации знаний авторитетный файл рассматривается как список авторитетных имен, представляющий собой контролируемый словарь для использования при последовательном присвоении имен определенным объектам [1].

В действующем российском стандарте ГОСТ Р 7.0.76-2022<sup>1</sup> авторитетные данные рассматриваются как совокупность информации о лице, роде (семье), организации или произведении, имена которых представляют собой основу для нормированных точек доступа к библиографическим записям в библиографических базах данных. Точка доступа — это элемент записи в формализованном виде, специально предназначенный для поиска и выбора библиографических или авторитетных записей. В информационно-поисковой системе библиотеки хранение и использование авторитетных данных обеспечиваются созданием и ведением авторитетных файлов, которые могут служить для создания справочных информационных ресурсов и источником информации для других информационных учреждений.

В России ведутся работы по созданию авторитетных файлов на национальном, региональном и локальном уровнях, универсальных и отраслевых по содержанию. На национальном уровне с 2004 г. Российская национальная библиотека ведет Единый авторитетный файл (имен лиц, наименований организаций, предметных рубрик), республиканские, краевые и областные универсальные научные библиотеки формируют региональные авторитетные файлы (имен лиц, наименований организаций, географических наименований, краеведческие и др.) [2–6].

Ведущая отраслевая библиотека России Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» (ЦНСХБ) в рамках формирования единого информационного пространства агропромышленного комплекса (АПК) проводит исследования по созданию и ведению авторитетного файла как элемента системы лингвистического обеспечения. Записи авторитетного файла

выполняют функции по структурированию и идентификации данных в информационном массиве ЦНСХБ, используются в процессах обработки документов, поиска и обмена информацией.

Основным объектом формирования авторитетных данных в авторитетном файле ЦНСХБ (более 90% записей) является «организация» — один из ключевых объектов в системе научных коммуникаций. Наименование организации может указывать на место работы автора, учреждение, где проводились исследования, или организацию, финансирующую исследование. В библиографической среде объект «организация» может выступать в качестве автора или составителя издания, издателя, учредителя, дарителя и т. д. Доступ пользователей к авторитетным данным на объект «организация» в информационно-поисковой системе ЦНСХБ осуществляется посредством базы данных собственной генерации «Авторитетный файл наименований научных учреждений АПК», размещенной на web-сайте библиотеки. База данных аккумулирует информацию о научных учреждениях АПК из достоверных источников, обеспечивает идентификацию учреждений и эффективный поиск их изданий.

*Цель исследования — совершенствование лингвистических средств и пользовательских сервисов отраслевой информационно-поисковой системы на основе авторитетных данных об учреждениях АПК для информационного сопровождения научных исследований.*

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Методологической основой исследования явились положения, изложенные в международных документах<sup>2</sup>, рекомендации и практика ведущих библиотек России<sup>3</sup> с учетом особенностей формирования отраслевого информационного ресурса. Научно-исследовательские работы по актуализации и пополнению БД «АФ НИУ АПК» проводили с использованием метода анализа при рассмотрении содержания и структуры авторитетных записей, источников составления записей, методов сопоставления и синтеза при наполнении авторитетных записей, метода моделирования на массивах авторитетных записей, созданных в ходе исследования.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В 2025 году проведены работы по совершенствованию представления и структурирования авторитетных данных на объект «организация» в отраслевой информационно-поисковой системе: актуализация контента базы данных «Авторитетный файл наименований научных учреждений

<sup>1</sup> ГОСТ Р 7.0.76-2022 Библиографирование. Библиографические ресурсы. Термины и определения. М.: Российский институт стандартизации. 2023; 19.

<sup>2</sup> Функциональные требования к авторитетным данным. Концептуальная модель: Рабочая группа ИФЛА, заключительный отчет, декабрь 2008 г. СПб.: РНБ. 2011; 115.

<sup>3</sup> Методические рекомендации по формированию предметных точек доступа в библиографических и авторитетных записях в электронном каталоге Президентской библиотеки им. Б.Н. Ельцина. СПб.: Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина. 2012; 270.

АПК» (БД «АФ НИУ АПК») и обеспечение доступа пользователей к информации об учреждениях в автоматизированной библиотечно-информационной системе OPAC-Global (АБИС OPAC-Global).

В БД «АФ НИУ АПК» представлены авторитетные данные на действующие в настоящее время учреждения АПК и на сельскохозяйственные учреждения, которые существовали на территории России, начиная с XIX в. Авторитетные данные формируются в соответствии с Российским коммуникативным форматом представления авторитетных (нормативных) записей в машиночитаемой форме (RUSMARC Authorities) в модуле «Ведение авторитетного файла» АБИС OPAC-Global.

В ЦНСХБ приняты методические решения по формированию авторитетных данных, в которых зафиксированы основные требования к данным на наименования научных учреждений: достоверность информации, расширенное представление характеристик объекта «организация», формирование кластера взаимосвязанных авторитетных данных. В авторитетных записях фиксируются нормированная форма наименования учреждения, все альтернативные формы наименования (аббревиатуры, синонимичные наименования, наименования учреждения в разные периоды времени, наименования на разных языках) и взаимосвязи между ними. Расширенное представление характеристик объекта «организация» включает справочные и исторические сведения: дату создания учреждения, изменения в наименовании, сведения о реорганизациях, наградах, изменении местонахождения. [7].

Основными источниками данных об учреждениях являются документы из фонда и каталоги ЦНСХБ, дополнительными источниками информации служат электронные каталоги и базы данных других информационных учреждений, официальные web-сайты научных учреждений, электронные архивы, справочные издания разных лет и др. Практика включения широкого спектра сведений в авторитетные данные ориентирована на предоставление их в современном виде пользователям для организации более точного и эффективного поиска библиографической информации и позволяет использовать авторитетные данные в качестве справочного ресурса.

Формирование и ведение БД «АФ НИУ АПК» требует проведения комплекса работ: создаются авторитетные данные на новые или существенно измененные наименования современных научных учреждений, проводится ежегодный мониторинг актуальных наименований и различных характеристик учреждений, создаются авторитетные данные на сельскохозяйственные учреждения прошлых лет, издания которых имеются в фонде ЦНСХБ, осуществляется редактирование ранее созданных записей. В 2025 г. БД «АФ НИУ АПК» пополнена 130 авторитетными записями на наименования учреждений, действующих в настоящее время и существовавших ранее.

Наименования современных научно-исследовательских учреждений АПК отражаются в базе данных в полном объеме. Ежегодный мониторинг данных с использованием нормативных документов (уставов, положений, приказов о реорганизации и т. п.) в качестве источников информации, размещенных на официальных web-сайтах учреждений, помогает поддерживать контент в актуальном состоянии.

Выявленные изменения вносятся в соответствующие авторитетные записи: дополняется справочная информация, приводятся новые альтернативные формы наименований, устанавливаются необходимые связи с другими авторитетными записями, корректируется контактная информация. В 2025 году в 275 записей на наименования действующих научных учреждений в дополнение к полной форме официального наименования добавлены данные о его сокращенной форме, установленной по нормативным документам.

В базе данных продолжается формирование сегмента записей на высшие учебные сельскохозяйственные учреждения. Современные вузы представляют собой научно-образовательные центры мирового уровня, в которых ведутся научные исследования и разработки. В 2025 году в БД «АФ НИУ АПК» включены кластеры авторитетных записей на современные наименования вузов и на взаимосвязанные наименования. Выбор наименований учреждений для формирования авторитетных записей осуществлялся с учетом даты создания вуза и результатов анализа публикационной активности аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации, проведенного ЦНСХБ в 2023–2024 гг. [8].

Сельскохозяйственные вузы за свою историю претерпели неоднократные реорганизации, смену наименований, слияния, разделения, изменение специализации и местонахождения. Отражением этапов реформирования стало создание в БД «АФ НИУ АПК» кластеров авторитетных записей на взаимосвязанные наименования вузов. Так, в кластер записей на наименование «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова» входят связанные записи на «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», «Саратовский государственный агроинженерный университет», «Саратовскую государственную сельскохозяйственную академию им. Н.И. Вавилова» и «Саратовскую государственную академию ветеринарной медицины и биотехнологии». Каждое из этих наименований входит в кластер записей, отражающих его собственную историю.

Другой вектор пополнения контента БД «АФ НИУ АПК» — формирование авторитетных данных на сельскохозяйственные учреждения начального периода становления аграрной науки. В фондах библиотеки сосредоточены труды и материалы научно-исследовательских учреждений по сельскому хозяйству, собранные за много лет.

Изучение и раскрытие историко-культурного наследия, сохранение документального наследия, в том числе документального наследия учреждений сельскохозяйственного профиля, остаются актуальной и приоритетной задачей ЦНСХБ [9]. В 2025 году в БД «АФ НИУ АПК» включены записи на отечественные сельскохозяйственные учреждения XIX в.: опытные поля и станции, сельскохозяйственные общества, станции оценки семян, ветеринарно-бактериологические учреждения, учебные заведения.

БД «АФ НИУ АПК» предназначена для непосредственного доступа пользователей к авторитетным данным с целью предоставления фактографической информации о научных учреждениях АПК, возможностей в выборе стратегии поиска библиографической информации, создания комфорта и повышения эффективности поиска. Генерация базы данных осуществляется программными средствами в автоматизированном режиме, контент включает записи авторитетного файла ЦНСХБ с расширенным представлением характеристик объекта «организация».

БД «АФ НИУ АПК» размещена на web-сайте ЦНСХБ с 2017 г. в качестве отраслевого справочно-информационного ресурса, доступ пользователей осуществляется через браузер, авторизации не требуется. Интерфейс БД «АФ НИУ АПК» разработан и представлен пользователям в дополнительном модуле АБИС OPAC-Global «Конфигуратор web-интерфейса», ориентирован на обеспечение удобства и продуктивности работы пользователя, учитывает возможность дальнейшего развития сервисов.

На основной web-странице БД «АФ НИУ АПК» представлены общая характеристика базы данных и инструменты поиска. Строка ввода поискового запроса на естественном языке (аналогично поисковым системам интернета) с возможностью использования стандартных функций морфологического усечения обеспечивает поиск простыми, интуитивно понятными средствами.

Для формирования и корректировки поисковых предписаний может использоваться меню поиска с выбором поисковых меток: принятое наименование учреждения, вариант наименования, историческая справка, примечание, местоположение, идентификатор. Поисковые метки меню соответствуют полям формата RUSMARC Authorities в записях авторитетного файла, в поиске учитываются также данные об источнике записи.

Еще одним инструментом поиска в БД «АФ НИУ АПК» является алфавитный «Список наименований научных учреждений АПК», издания которых имеются в фонде ЦНСХБ. Наименование учреждения в списке является гиперссылкой, по которой можно перейти к информации об учреждении. Поисковое предписание по списку наименований можно задать в строке ввода поискового запроса или в меню поиска.

Для фильтрации (корректировки) результатов поиска в интерфейсе БД «АФ НИУ АПК» используются фасеты, отражающие содержание контента и предоставляющие пользователю возможность поиска информации о научных учреждениях в разных аспектах. В базе данных сформированы фасеты: тип учреждения; отрасль, к которой относится деятельность учреждения; период времени, к которому относится наименование учреждения; местоположение учреждения; язык, на котором составлена запись на наименование учреждения.

В фасете «тип учреждения» выделены такие термины, как «академии», «институты», «научные центры», «учебные организации». Использование фасеты позволяет найти наименования научных учреждений и их подразделений, опытных станций, отраслевых органов управления, сельскохозяйственных и биологических научных обществ, музеев, библиотек, ботанических садов.

В фасете «отрасль» выделены термины с названиями областей деятельности учреждений. Фасета позволяет найти наименования многоотраслевых научных учреждений (термин «сельское хозяйство»), учреждений, осуществляющих исследования по отдельным отраслям сельского хозяйства (термины: «растениеводство», «зоотехния», «ветеринарная медицина», «хранение и переработка сельскохозяйственной продукции», «мелиорация»). В фасете выделены и термины, позволяющие найти наименования научных учреждений по рыбному, лесному, водному хозяйству и наименования учреждений, осуществляющих фундаментальные исследования в области биологии и зоологии. Найти учреждение по хронологическому признаку позволяет фасета «период времени», а по географическому признаку — фасета «местоположение».

Пользователи имеют возможность комбинировать разные фасеты, фильтруя результаты поиска. Опция «Развернуть» служит для получения перечня терминов в фасете с указанием количества соответствующих наименований, содержащихся в БД «АФ НИУ АПК».

Независимо от выбранной стратегии поиска в БД «АФ НИУ АПК» пользователь получает в результате список нормированных наименований учреждений, около каждого из наименований имеются ярлыки: «Аннотация», «Искать в...». В результате активирования ярлыка «Аннотация» осуществляется переход на web-страницу с подробными авторитетными данными на выбранное учреждение. В заголовке web-страницы представлено нормированное наименование учреждения, которое используется для формирования точек доступа в библиографических записях.

С целью упростить восприятие информации, сделать ее более унифицированной и наглядной, интерфейс web-страницы каждого учреждения структурирован по разделам данных: «Историческая справка», «Варианты наименования

учреждения», «Ссылочное примечание», «Источник» и др. Переход к предыдущим (последующим) наименованиям научного учреждения и другим связанным наименованиям осуществляется по гиперссылкам из разделов web-страницы учреждения «Наименование на другом языке», «См. также предыдущий заголовок», «См. также последующий заголовок», «См. также». Таким образом, в интерфейсе отражаются связи между наименованиями одного учреждения на разных языках, в разные периоды времени и связи с ассоциированными наименованиями учреждений.

В разделе «Официальное наименование» для действующих научных аграрных учреждений представлено полное и краткое официальное наименование учреждения, указанное в нормативных документах. Раздел «Сайт, контакты» содержит гиперссылки к web-сайту учреждения и (или) web-странице с контактной информацией, по которым реализуется переход на внешний ресурс для просмотра дополнительных сведений. Разделы web-страницы учреждения «Идентификатор» и «Авторитетная запись в формате RUSMARC Authorities» представлены в БД «АФ НИУ АПК» для специалистов, занимающихся созданием и ведением авторитетных данных, имеется возможность просмотра и копирования авторитетных записей в формате.

На web-странице учреждения в БД «АФ НИУ АПК» около нормированного наименования имеется ярлык «Искать в...» (в форме лупы), такой же ярлык имеется около каждого из наименований в списке по результатам поиска. Активирование ярлыка «Искать в...» реализует поиск библиографической информации об изданиях научного аграрного учреждения в основном информационном продукте ЦНСХБ базе данных «АГРОС» (БД «АГРОС») и электронной библиотеке.

В результаты поиска включаются библиографические записи, имеющие соответствующую точку доступа на наименование учреждения. Для поиска изданий учреждения, полные тексты которых имеются в электронной библиотеке, необходимо воспользоваться фасетой «Режим доступа свободный online». Набор фасет в интерфейсе БД «АГРОС» позволяет отобрать из результатов поиска издания учреждения по виду (книга, статья), автору, году публикации, по месту публикации и наименованию издательства, языку публикации.

По результатам поиска пользователь может сформировать список литературы (доступны форматы word и pdf), скопировать ссылку на результаты поиска, получить издания из фонда ЦНСХБ. Поиск изданий научного учреждения посредством БД «АФ НИУ АПК» является точным, полным и эффективным, так как проводится по нормированной форме наименования учреждения и учитываются все варианты.

В 2025 году в информационно-поисковой системе ЦНСХБ выполнены работы по обеспечению доступа пользователей к информации о научных

учреждениях АПК в АБИС OPAC-Global: реализован доступ пользователей из библиографических записей БД «АГРОС» к авторитетным данным. В библиографических записях БД «АГРОС» рядом с нормированным наименованием учреждения имеется ярлык в форме страницы, открывающий соответствующую web-страницу в авторитетном файле. Пользователю предоставляются авторитетные данные на учреждение, возможность перехода к связанным авторитетным данным, библиографическим данным на издания учреждения, полным текстам изданий учреждения, на внешние источники. Таким образом, в информационно-поисковой системе ЦНСХБ посредством авторитетных данных осуществляется связь между ресурсами (БД «АГРОС», электронной библиотекой, БД «АФ НИУ АПК»), что соответствует современным тенденциям в организации ресурсов и поиска информации.

В ЦНСХБ все ресурсы собственной генерации существуют в электронном виде и доступны пользователю на web-сайте библиотеки через интернет или интранет. Трансформация научных сельскохозяйственных библиотек направлена на повышение качества библиотечно-информационного обслуживания и дистанционного доступа к услугам и ресурсам. Автоматизация всех библиотечных процессов, а также формирование электронных ресурсов, перевод ресурсов и услуг в цифровую форму, создание полнотекстовых коллекций из фондов библиотек, в том числе словарей и справочников, предоставление их на сайте являются первым этапом цифровой трансформации [10].

### Выводы/Conclusions

Проведены работы по совершенствованию авторитетного файла как элемента лингвистических средств информационно-поисковой системы, который обеспечивает идентификацию, структурирование и унификацию данных о научных учреждениях АПК. Формируемая на основе записей авторитетного файла БД «АФ НИУ АПК» является справочно-информационным ресурсом, предоставляющим пользователям информацию о научных учреждениях АПК и их изданиях.

По результатам исследований в 2025 г. БД «АФ НИУ АПК» пополнена в объеме 130 записей. Сформированы авторитетные данные на новые или существенно измененные наименования современных научно-исследовательских учреждений, кластеры авторитетных записей на сельскохозяйственные вузы с учетом даты образования и результатов анализа их публикационной активности. Продолжено формирование авторитетных данных на сельскохозяйственные учреждения XIX в. Проведен мониторинг актуальных наименований и различных характеристик действующих научных учреждений АПК, по его результатам осуществлено редактирование записей. В 275 записей на наименования действующих научных учреждений включены данные о сокращенной

форме официального наименования учреждения.

БД «АФ НИУ АПК» представлена на web-сайте ЦНСХБ в свободном доступе с возможностью выбора инструментов поиска: строка ввода поискового запроса на естественном языке, меню поиска, алфавитный «Список наименований научных учреждений АПК». Для уточнения результатов поиска используются фасеты: тип учреждения, отрасль, период времени, местоположение учреждения; язык наименования. Работая с БД «АФ НИУ АПК», пользователь получает исторические и справочные сведения о научном учреждении. Все варианты наименований учреждения в разные периоды существования представлены в едином кластере записей со ссылками на официальные документы.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антопольский А.Б. Система организации знаний для научного информационного пространства России. *Научные и технические библиотеки*. 2025; (3): 132–160. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2025-3-132-160>.
2. Стукалова А.А., Балуткина Н.А. Организация и ведение авторитетных файлов библиотек в России и за рубежом. *Библиотековедение*. 2021; 70(5): 485–496. <https://doi.org/10.25281/0869-608X-2021-70-5-485-496>
3. Гарке Т.М., Кретова Е.А. Использование авторитетного файла как многофункционального инструмента: опыт Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки — филиала ГПНТБ СО РАН. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2021; 3(33): 95–102. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-33-3-95-102>
4. Ропаклова Е.Н. Авторитетный файл предметных рубрик и читательский запрос: к вопросу организации поиска научной литературы. *Предметный поиск и машиночитаемая каталогизация*. СПб.: РНБ. 2014; 1: 121–127.
5. Лавренова О.А. Методы формирования многоязычного нормативного (авторитетного) файла географических названий. *Научные и технические библиотеки*. 2009; (3): 22–30.
6. Семенова Л.С. Авторитетный файл Республики Саха (Якутия) в условиях автоматизированной каталогизации: проблемы создания и ведения. *Книжная культура Севера. Материалы II Межрегиональной научно-практической конференции*. Якутск: Алаас. 2017; 252–258.
7. Семенова О.Ф., Ласточкина Н.В. Методические решения по формированию авторитетных данных на наименования научных учреждений АПК. *Культура: теория и практика*. 2020; 3(36). <http://theoryofculture.ru/issues/114/1361/>
8. Непочатых А.Ю., Тимофеевская С.А. Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2024; (9): 152–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
9. Пирумова Л.Н., Коленченко И.А. Приоритетные направления научных исследований и научно-методической работы ЦНСХБ на современном этапе. *Культура: теория и практика*. 2024; 2(57). <http://theoryofculture.ru/issues/134/1642/>
10. Пирумова Л.Н. О развитии научных библиотек на основе цифровой трансформации. *Бюллетень РБА*. 2024; (105): 88–91.

### ОБ АВТОРАХ

**Ольга Фёдоровна Семёнова**

старший научный сотрудник  
sof@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-4328-1794>

**Наталья Владиславовна Ласточкина**

старший научный сотрудник  
Inv@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-5576-5296>

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, Орликов пер., 3Б, Москва, 107140, Россия

Из БД «АФ НИУ АПК» осуществляются эффективный поиск библиографической информации в БД «АГРОС» по всем формам наименования учреждения и поиск полных текстов изданий учреждения.

В 2025 году в библиографических записях БД «АГРОС» реализован доступ пользователей к авторитетным данным по гиперссылкам с нормированными наименованиями учреждений. Использование БД «АФ НИУ АПК» для поиска информации о научных учреждениях АПК и об их изданиях сокращает временные и трудовые затраты ученых и специалистов, обеспечивая комфорт и продуктивность работы. Актуализированная версия БД «АФ НИУ АПК» общим объемом 1715 записей размещена в свободном доступе в ин-

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

### REFERENCES

1. Antopolsky A.B. Knowledge organization system for scientific information space of Russia. *Scientific technical libraries*. 2025; 3: 132–160 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2025-3-132-160>
2. Stukalova A.A., Balutkina N.A. Organization and maintenance of library authority files in Russia and abroad. *Library science*. 2021; 70(5): 485–496 (in Russian). <https://doi.org/10.25281/0869-608X-2021-70-5-485-496>
3. Garke T.M., Kretova E.A. Using an authority file as a multifunctional tool: experience the Siberian Scientific Agricultural Library, a branch of the State Scientific Technical Library of the Siberian Department of the Russian Academy of Sciences. *Innovation and food security*. 2021; 3(33): 95–102 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-33-3-95-102>
4. Ropakova E.N. An authority file of subject headings and a reader's query: on the issue of organizing a search for scientific literature. *Subject Search and Machine-Readable Cataloguing*. Saint Petersburg: NLR. 2014; 1: 121–127 (in Russian).
5. Lavrenova O.A. Methods of forming a multilingual standard authority file of geographical names. *Scientific and technical libraries*. 2009; (3): 22–30 (in Russian).
6. Semenova L.S. The authority file of the Republic of Sakha (Yakutia) in the context of automated cataloguing: problems of creation and maintenance. *Book culture of the North. Materials II Interregional Scientific and Practical conference*. Yakutsk: Alaas. 2017; 252–258 (in Russian).
7. Semenova O.F., Lastochkina N.V. Methodological solutions for the formation of authority data on the names of scientific institutions of the Agro-Industrial Complex. *Culture: theory and practice*. 2020; 3(36) (in Russian). <http://theoryofculture.ru/issues/114/1361>
8. Nepochatykh A.Yu., Timofeevskaya S.A. Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and extended education of the Russian Federation. *Agricultural Science*. 2024; (9): 152–159 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
9. Pirumova L.N., Kolenchenko I.A. Priority areas of scientific research and scientific and methodological work of the CSAL at the present stage. *Culture: theory and practice*. 2024; 2(57) (in Russian). <http://theoryofculture.ru/issues/134/1642>
10. Pirumova L.N. On the development of scientific libraries based on digital transformation. *Bulletin of the RLA*. 2024; (105): 88–91 (in Russian).

### ABOUT THE AUTHORS

**Olga Fedorovna Semenova**

Senior Researcher  
sof@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-4328-1794>

**Natalia Vladislavovna Lastochkina**

Senior Researcher  
Inv@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-5576-5296>

Central Scientific Agricultural Library,  
3B Orlikov Lane, Moscow, 107140, Russia

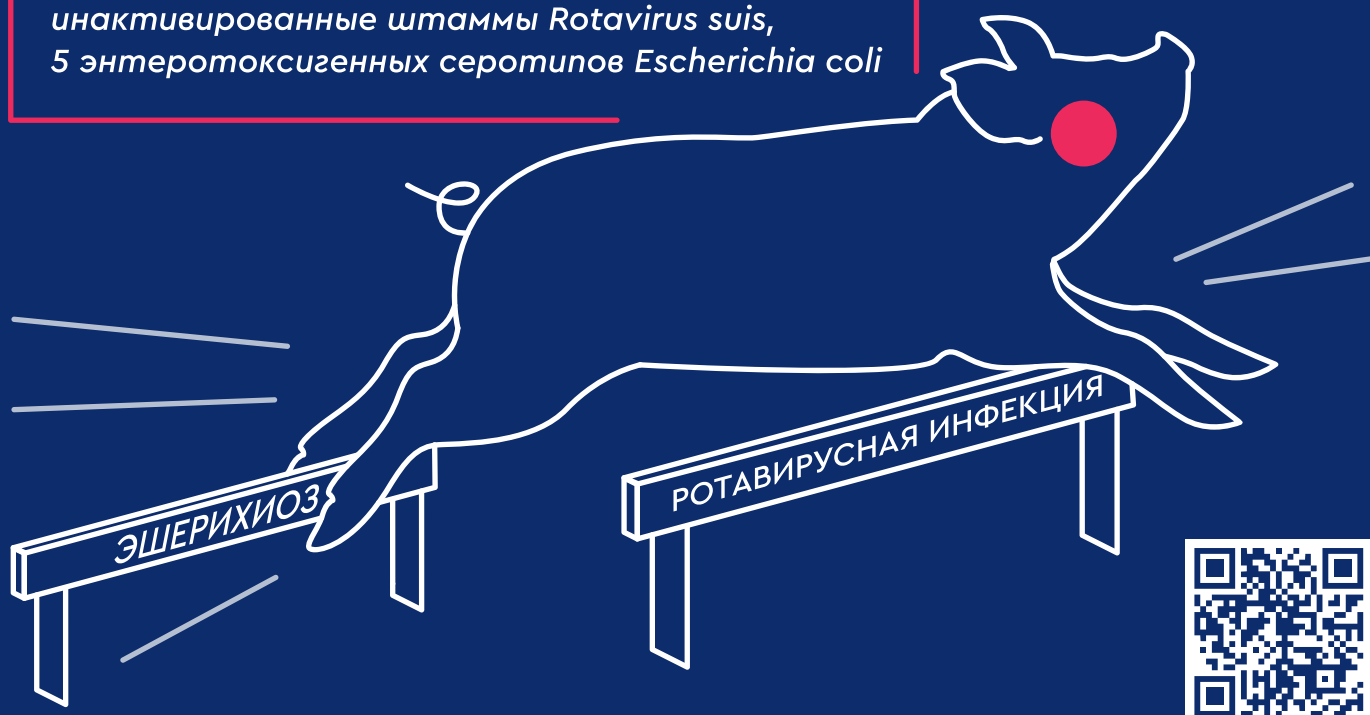
ИНАКТИВИРОВАННАЯ ВАКЦИНА

# РОКОВАК НЕО

надежная защита свиней от ротавирусной инфекции и эшерихиоза

**Уникальный для российского рынка  
антигенный состав:**

инактивированные штаммы *Rotavirus suis*,  
5 энтеротоксигенных серотипов *Escherichia coli*



## МАКСИМАЛЬНАЯ защита поросят:

- Формирует колостральный и лактогенный иммунитет, обеспечивая защиту поросят в критический подсосный период
- Увеличивает сохранность молодняка на **7,5%** по сравнению с невакцинированными группами
- Премиальное качество от мирового лидера производства вакцин – чешской компании Bioveta



ГК ВИК – официальный дистрибьютор Bioveta  
в России  
Гарантия подлинности и качества продукции



+7 (495) 777-67-67  
vicgroup.ru

Реклама

XX  
международный  
научно-практический



«Балтийский форум  
ветеринарной  
медицины  
и  
продовольственной  
безопасности»

25 и 26 сентября  
2025 года

20 ЛЕТ



Санкт-Петербург, "Центр ветеринарии",  
Лиговский проспект, 291

<https://baltvetforum.com>

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ  
ПРОИЗВОДСТВА  
И ПЕРЕРАБОТКИ  
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ  
АПК

Ранее:

**Agros**  
expo

**AgroTech**  
КАРТОФЕЛЬ  
ОВОЩИ, ПЛОДЫ expo

**agravia**  
tech & pro expo

21-23 ЯНВАРЯ 2026

Москва | Крокус Экспо

**НОВЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРМАТ ОТ ПОЛЯ И ФЕРМЫ ДО ПЕРЕРАБОТКИ: ВСЕ КЛЮЧЕВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АГРОПРОМА ТЕПЕРЬ НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ! РЕШАЙТЕ ЗАДАЧИ  
ВО ВСЕХ СФЕРАХ ВАШЕГО АГРОБИЗНЕСА КОМПЛЕКСНО В НАЧАЛЕ ГОДА НА AGRAVIA**

#### ЖИВОТНОВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА

##### **a:livestock & poultry**

Племенное дело и Технологии для Молочного и Мясного Скотоводства, Свиноводства, Птицеводства и др. видов Животноводства, Кормопроизводства, Мясопереработки

ГЕНЕТИКА • ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ • ДОИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ • УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМОЗАГОТОВКА • ПЕРЕРАБОТКА ЖИВОТНОГО БЕЛКА • СБЫТ

##### **a:feed & health**

Кормовые решения, Продукты Ветеринарии, Комбикормовое Оборудование

КОРМА, КОМПОНЕНТЫ КОРМОВ • КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ • КОНЦЕНТРАТЫ • ПРЕМИКСЫ • РАЦИОНЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ • ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ВАКЦИНЫ • ВЕТЕРИНАРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ • ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОДУКТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ • СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ • КОМБИКОРМОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

#### РАСТЕНИЕВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА

##### **a:field crops**

Технологии Производства и Переработки Зерновых, Зернобобовых, Масличных, Кормовых, Технических и Специальных Полевых Культур

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ • СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО • СЗР, УДОБРЕНИЯ • ПОСТУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА • ХРАНЕНИЕ И ЛОГИСТИКА • ЗАПЧАСТИ, РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГСМ • ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • СБЫТ

##### **a:potato & horti**

Технологии Производства и Переработки Картофеля, Овощей Открытого и Закрытого Грунта, Фруктов и Ягод

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ • СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО • СЗР, УДОБРЕНИЯ • ПОСТУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА • ХРАНЕНИЕ И ЛОГИСТИКА • ЗАПЧАСТИ, РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГСМ • СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛИЦ • ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • СБЫТ

