

научно-теоретический и производственный журнал

# АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN  
SCIENCE

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

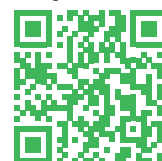
5  
2024



БЕСПЛАТНО  
скачать журнал  
и подписаться



Подпишитесь  
на наш  
Telegram канал!



## ВЕТЕРИНАРИЯ

Российские производители  
успешно замещают  
импортные ветпрепараты

21

## ЗООТЕХНИЯ

Молочная продуктивность  
овцематок, рост чистопородных  
и помесных ягнят южной мясной  
породы

51

## АГРОНОМИЯ

Наследование хозяйственно  
ценных признаков у гибридов F1  
зернового сорго при насыщающих  
скрещиваниях

74

23-25 ОКТЯБРЯ 2024 г

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ТЕРРИТОРИЯ «СИРИУС»

**VE ASIA EXPO | 2024**

## II Международный сельскохозяйственный конгресс ASIAEXPO



Мероприятие организовано при государственной поддержке в интересах российского аграрного бизнеса

**50** стран-участниц

**76 000 м<sup>2</sup>** выставочного пространства

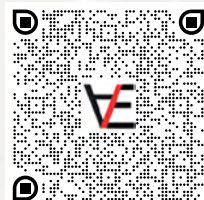
**350** ведущих компаний отрасли

**300** экспертов-практиков

**10 000** целевой аудитории

**Комьюнити гарантов продовольственной безопасности - стань одним из нас!**

**АЗИЯЭКСПО - открываем мир возможностей!**



# ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

## МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2024



19-21 ИЮНЯ

МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР, ПАВИЛЬОН № 7



### СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ  
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ  
«РОСРЫБХОЗ»



СОЮЗ  
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ  
ВЕТЕРИНАРНАЯ  
АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ  
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СПЗ СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ  
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ  
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ  
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР  
МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ: ООО «ЭМ-ВИ-СИ»



ТЕЛ.: (495) 755-50-35, 755-50-38  
E-MAIL: INFO@EXPOKHLEB.COM  
WWW.MVSEXPO.RU



# 5 · 2024

Agrarnaya nauka

Том 382, номер 5, 2024

Volume 382, number 5, 2024

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

© авторы

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.

**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-Спаская, 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 20.05.2024

Дата выхода в свет 28.05.2024

Отпечатано в типографии ООО «Объединенный полиграфический комплекс»:

115114, г. Москва, Дербеневская наб.,

д. 7, стр. 2, эт. 2, пом. 1, к. 3-4.

Тел. +7 (499) 130-60-19,

[info@opk.bz](mailto:info@opk.bz), <https://opk.bz>

# 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-Спаская, д. 20

## Главный редактор:

**Виолин Борис Викторович**, кандидат ветеринарных наук, 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.Р. Коваленко Российской академии наук», г. Москва, Россия

## Редколлегия:

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

**Аббас Рао Захид**, доктор, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, Фейсалабад, Пакистан.

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

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

**Ансори Ариф Нур Мухаммад**, доктор ветеринарных наук, Университет Эйрланга, Сурабая, Индонезия.

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

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

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

**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.

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

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

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

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

**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.

**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.

**Лысенко Ю.А.**, доктор биологических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

**Миколайчик И.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева — филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «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 РАН, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, г. Подольск, Московская обл., 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 (РОСБИОТЕХ), г. Москва, Россия.

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

**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.

**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.

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.

16+

**Топурия Л.Ю.**, доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.

**Уша Б.В.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 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.

**Херремов Ш.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Союз промышленников и предпринимателей Туркменистана, г. Ашхабад, Туркменистан.

**Щербakov П.Н.**, доктор ветеринарных наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, 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.

## АГРОНОМИЯ

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

**Годсвилл Нтсомбо Нтсефонг**, PhD, Университет Яунде I, г. Яунде, Камерун.

**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.

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

**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 сельскохозяйственных 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.

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

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

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

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

**Дарвиш Амира М. Галал**, PhD, доцент Научно-исследовательского института возделывания засушливых земель (ALCRI), Город научных исследований и технологических приложений (SRTA-City), г. Александрия, Египет.

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

**Зенгин Гохан**, PhD, профессор, Сельчукский университет, г. Сельчук-Конья, Турция.

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

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

**Кребс Каролина де Соуза**, PhD, Региональный университет Блюменау, г. Блюменау, Бразилия.

**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.

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

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

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

**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.

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

**Хан Мухаммад Усман**, PhD, Сельскохозяйственный университет Фейсалабада, г. Фейсалабад, Пакистан.

**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.

**Шехата Мохамед Гамаль Мохамед**, PhD, доцент, Исследовательский институт возделывания засушливых земель (ALCRI), Город научных исследований и технологических приложений (SRTA City), г. Каир, Египет.

**Эль-Сохайми Собхи Ахмед**, PhD, профессор пищевой биохимии, Город научных исследований и технологических приложений, г. Александрия, Египет.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

**Алещенко В.В.**, доктор экономических наук, Институт экономики и организации промышленного производства, г. Новосибирск, Россия.

**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, Национальная академия наук, г. Минск, Беларусь.

**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.

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

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

# 5 - 2024

Agrarnaya nauka

Том 382, номер 5, 2024  
Volume 382, number 5, 2024

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

# 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 State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

## Editorial board:

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

**Abbas Rao Zahid**, Dr. Associate Professor, University of Agriculture, Faisalabad, Faisalabad, Pakistan.

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

**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.

**Ansoni Arif Nur Muhammad**, Doctor in Veterinary Science, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.

**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.

**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.

**Dakheli Majid Javanmard**, doctor of Veterinary Medicine, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.

**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, Chelyabinsk Region, Russia.

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

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

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

**Kontsevaya S.Yu.**, 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.

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

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

**Lysenko Yu.A.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, 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, Podolsk Municipal District, Moscow Region, Russia.

**Ombaev A.M.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, 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 (ROSBIO TECH), 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.

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

**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.

**Rebezev 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.

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

© journal «Agrarian science»  
© authors

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.

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 20.05.2024  
Release date 28.05.2024

The journal is printed in the printing house of United Printing Complex LLC: 7, building 2, fl. 2, room 1, Derbenevskaya embankment, Moscow 115114. Tel. +7 (499) 130-60-19, [info@opk.bz](mailto:info@opk.bz), <https://opk.bz>

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+

**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.

**Kherremov Sh.R.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Union of Industrialists and Entrepreneurs of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan.

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

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

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

### AGRONOMY

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

**Godswill Ntsomboh Ntsefong**, PhD, University of Yaoundé I, Yaounde, Cameroon.

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

**Jalilov F.S.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

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

**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.

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

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

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

**Nasiev B.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

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

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

### AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

**Darwish Amira M. Galal**, PhD, Associate Professor, Arid Lands Cultivation Research Institute (ALCRI), City of Scientific Research and Technological Applications (SRTA-City), Alexandria, Egypt.

**Didmanidze O.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

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

**Ivanov Yu.G.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

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

**Krebs Caroline de Souza**, PhD, Blumenau Regional University, Blumenau, Brazil.

**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.

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

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

**El-Sohaimy Sobhy Ahmed**, PhD, Professor of Food Biochemistry City of Scientific Research and Technological Applications, Alexandria, Egypt.

**Shehata Mohamed Gamal Mohamed**, PhD, Associate Professor Arid Lands Cultivation Research Institute (ALCRI) City of Scientific Research and Technological Applications (SRTA City), Cairo, Egypt.

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

**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 Chelyabinsk region, Russia.

**Khan Muhammad Usman**, PhD, Faisalabad Agricultural University, Faisalabad, Pakistan.

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

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

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

### REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

**Aleshchenko V.V.**, Doctor of Economics, Institute of Economics and Organization of Industrial Production, Novosibirsk, Russia.

**Bautin V.M.**, Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 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.





**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.

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ</b> .....	8
<b>СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТRENДЫ, НОВИНКИ</b>	
3 вопроса эксперту. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов: вызовы и перспективы .....	9 
Сельхозугодья — основа продовольственной безопасности нашей страны.....	10
Рациональное использование земельных и водных ресурсов — залог эффективного сельхозпроизводства .....	12
Россия — один из ведущих мировых производителей мяса птицы .....	13
Эпизоотическое и фитосанитарное благополучие Новосибирской и Томской областей обеспечено .....	14
За последние два года в аграрном секторе Ставрополя существенно выросла доля семян отечественной селекции .....	16
Чтобы ваши деньги не ушли в навоз: как правильно выбрать премиксы .....	17 
Внимание на конечности животных: применение биоинертного полимерного клея для профилактики болезней и ремонта копытцев и копыт .....	18 
Российские производители успешно замещают импортные ветеринарные препараты .....	21 
Разработка децентрализованных платформ на основе блокчейна для торговли сельскохозяйственными товарами и услугами .....	24
Использование блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на всех этапах производства и распределения .....	26
Оценка экономической эффективности и оптимизация инвестиций в Smart Grid на промышленных предприятиях .....	28
Практика использования мобилизационных элементов налоговой политики в условиях ужесточения экономических санкций против РФ в 2022–2023 гг. ....	30
<b>ВЕТЕРИНАРИЯ</b>	
Атаманчук Е.Б., Шебеко С.К., Ермаков А.М. Анализ анестезиологических протоколов при проведении кесарева сечения у собак: систематический обзор .....	33
Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Мусаев Ф.А., Морозова Н.И., Лузова А.В., Бирюкова Д.Э. Научно обоснованный подход к профилактике и лечению мастита коров комплексными иммуностропными препаратами .....	39
Нурлыгаянова Г.А., Белоусов В.И., Зюзгина С.В., Скворцова А.Н., Шишкина М.С., Михайлов М.М., Яникова Э.А., Халиков А.А. Оценка эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах Российской Федерации за период с 2020 по 2022 годы .....	46
<b>ЗООТЕХНИЯ</b>	
Иолчиев Б.С., Косицина О.В., Сермягин А.А., Двалишвили В.Г., Гусев И.В., Багиров В.А., Осадчая Т.Л., Павленко А.С. Молочная продуктивность овцематок, рост чистопородных и помесных ягнят южной мясной породы .....	51
Миронова И.В., Латыпова Э.Х., Никитин Е.А., Благоев Д.А. Системы и методы оценки гомогенности кормовых смесей для сельскохозяйственных животных .....	56
Баеринас М.Н., Неверова О.П., Горелик О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Исаева К.С. Динамика вариации молочных признаков у коров при применении кормовой добавки «ВивАктив».....	63
<b>АГРОНОМИЯ</b>	
Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Подольня Е.А. Продуктивность яровой пшеницы и содержание отдельных групп микроорганизмов в почве в зависимости от нанопрепаратов .....	69
Биктимиров Р.А. Наследование хозяйственно ценных признаков у гибридов F1 зернового сорго при насыщающих скрещиваниях.....	74
Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В. Особенности формирования урожайности растений конопля технического назначения под воздействием приемов защиты против вредных организмов .....	79
Балун О.В., Шкодина Е.П. Влияние агрометеорологических факторов на продолжительность вегетации и урожайность зеленой массы суданской травы линия Землячка.....	85
Ковалев Н.И., Савченко О.М. Фитомониторинг видового состава вредителей и болезней лекарственных растений Ботанического сада ВИЛАР .....	91
Павлов М.Н., Хомякова К.Н., Смирнова Т.И. Оценка состава и выноса питательных веществ с клубнями антоцианосодержащих сортов картофеля в ЦРНЗ РФ .....	97
Кожевников В.И., Кольцов А.Ф., Гриценко Е.Н., Щегринцев Н.В. Интродукция павлонии войлочной ( <i>Paulownia tomentosa Steud.</i> ) и перспективность ее использования в условиях г. Ставрополя .....	102
<b>АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Гулькова П.И., Трофимов А.А., Бучилина А.С., Баракова Н.В., Ишевский А.Л., Максимюк Н.Н. Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков .....	108
Блинов А.В., Рехман З.А., Гвозденко А.А., Голик А.Б., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б. Молочный продукт, обогащенный тройным марганецсодержащим комплексом ....	117
Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А., Донченко Т.А. Особенности химического состава снятой обыкновенной сушеной и определение возможности ее применения в производстве функциональных продуктов питания.....	124
<b>РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА</b>	
Рамазанов И.А., Николаева М.А., Рамазанов С.А. Экосистемный подход как инструмент решения проблем мясного рынка .....	129
Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Хисматуллин М.М., Хакимов Т.Б., Кузнецов М.Г., Куракова Ч.М. Современное состояние и экономическая эффективность мелиоративного земледелия в Республике Татарстан в условиях роста аридности климата .....	136



## CONTENTS

<b>NEWS</b> .....	8
<b>INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES</b>	
3 questions to the expert. Development of resistance to fungicides in phytopathogenic fungi .....	9 
Farmland is the basis of food security in our country .....	10
Rational use of land and water resources is the key to effective agricultural production .....	12
Russia is one of the world's leading producers of poultry meat .....	13
Epizootic and phytosanitary well-being of the Novosibirsk and Tomsk regions is ensured .....	14
Over the past two years, the share of domestically selected seeds in the agricultural sector of Stavropol has increased significantly .....	16
How to choose the right premixes .....	17 
The use of bioinert polymer adhesive for disease prevention and repair of hooves .....	18 
Russian manufacturers successfully replace imported veterinary drugs .....	21 
Development of decentralized blockchain-based platforms for trading agricultural goods and services .....	24
Using blockchain technologies to ensure the safety and quality of food products at all stages of production and distribution .....	26
Assessment of economic efficiency and optimization of investments in Smart Grid at industrial enterprises .....	28
The practice of using mobilization elements of tax policy in the context of tightening economic sanctions against the Russian Federation in 2022–2023 .....	30
<b>VETERINARY MEDICINE</b>	
<i>Atamanchuk E.B., Shebeko S.K., Ermakov A.M.</i> Analysis of anesthesiological protocols during cesarean section in dogs: a systematic review .....	33
<i>Semenov V.G., Tyurin V.G., Musaev F.A., Morozova N.I., Luzova A.V., Biryukova D.E.</i> A scientifically based approach to the prevention and treatment of cow mastitis with complex immunotropic drugs .....	39
<i>Nurlygayanova G.A., Belousov V.I., Zyuzina S.V., Skvortsova A.N., Shishkina M.S., Mikhailov M.M., Yanikova E.A., Khalikov A.A.</i> Assessment of the epizootic situation of accidental equine disease in the North Caucasus and Southern Federal Districts of Russian Federation from 2020 to 2022 .....	46
<b>ZOOTECHNICS</b>	
<i>Iolchiev B.S., Kositsina O.V., Sermyagin A.A., Dvalishvili V.G., Gusev I.V., Bagirov V.A., Osadchaya T.L., Pavlenko A.S.</i> Milk productivity of ewes, growth of purebred and crossbred lambs of the southern beef breed .....	51
<i>Mironova I.V., Latypova E.H., Nikitin E.A., Blagov D.A.</i> Systems and methods for assessing the homogeneity of feed mixtures for farm animals .....	56
<i>Baerinas M.N., Neverova O.P., Gorelik O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Isaeva K.S.</i> Dynamics of variation of dairy characteristics in cows when using the feed additive Vivactive .....	63
<b>AGRONOMY</b>	
<i>Zinkovskaya T.S., Rabinovich G.Yu., Podolyan E.A.</i> The productivity of spring wheat and the content of certain groups of microorganisms in the soil depend on nanopreparations .....	69
<i>Biktimirov R.A.</i> Inheritance of economically valuable traits in f1 hybrids of grain sorghum during saturating crosses .....	74
<i>Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.</i> Features of the formation of the yield of industrial hemp plants under the influence of methods of protection against harmful organisms .....	79
<i>Balun O.V., Shkodina E.P.</i> The influence of agrometeorological factors on the duration of vegetation and the yield of the green mass of the Sudanese grass Zemlyachka line .....	85
<i>Kovalev N.I., Savchenko O.M.</i> Phytomonitoring of medicinal plants: pests and diseases in the VILAR botanical garden .....	91
<i>Pavlov M.N., Khomyakova K.N., Smirnova T.I.</i> Assessment of the composition and removal of nutrients from tubers of anthocyanin-containing potato varieties in the central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation .....	97
<i>Kozhevnikov V.I., Koltsov A.F., Grishchenko E.N., Shchegrinets N.V.</i> The introduction of Paulownia ( <i>Paulownia tomentosa Steud.</i> ) and the prospects of its use in the conditions of Stavropol .....	102
<b>AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES</b>	
<i>Gunkova P.I., Trofimov A.A., Buchilina A.S., Barakova N.V., Ishevsky A.L., Maksimiyuk N.N.</i> The prospects of emmer as a raw material for alternative beverages .....	108
<i>Blinov A.V., Rekhman Z.A., Gvozdenko A.A., Golik A.B., Naghdalyan A.A., Rebezov M.B.</i> Dairy product enriched with triple manganese complex .....	117
<i>Reznichenko I.Yu., Miroshina T.A., Donchenko T.A.</i> Peculiarities of the chemical composition of <i>Aegopodium podagraria</i> and determination of the possibility of its use in the production of functional food products .....	124
<b>REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY</b>	
<i>Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A.</i> Ecosystem approach as a tool for solving meat market problems .....	129
<i>Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Khismatullin M.M., Khakimov T.B., Kuznetsov M.G., Kurakova Ch.M.</i> Current state and economic efficiency of ameliorative farming in the Republic of Tatarstan under conditions of climate aridity growth .....	136

## ПРАВИТЕЛЬСТВОМ РФ ВЫДЕЛЕНЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА НА ЛЬГОТНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

На поддержку программы льготного кредитования сельхозпроизводителей дополнительно направят 5 млрд рублей. Такое распоряжение подписал премьер-министр России Михаил Мишустин. Указанные средства пойдут на субсидирование новых льготных инвестзаймов, которые предоставляются предприятиям АПК на производство и переработку сельхозпродукции, что позволит нарастить объемы производства и реализовать крупные инвестиционные проекты в отрасли.

(Источник: Официальный сайт Правительства России)



## В РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЙ ГОД ПОГОЛОВЬЕ СВИНЕЙ ВЫРОСЛО НА 4,5%

В РФ отмечается впечатляющий рост поголовья свиней, особенно в сельхозорганизациях. Так, согласно данным Росстата, за последний год поголовье свиней выросло на 4,5% — это важный показатель, свидетельствующий о развитии отрасли свиноводства и потенциале для дальнейшего увеличения производства свинины в стране.

Общее количество выращиваемых свиней достигло на конец февраля этого года 29 млн голов. В то же время количество свиней, выращиваемых гражданами, сокращается: в частных подворьях насчитывается 5,7% от общего количества свиней в стране, что может быть связано в том числе со сложностями в их содержании и выращивании в домашних условиях и с предпочтениями населения в отношении других видов сельскохозяйственных животных.

По мнению экспертов, для дальнейшего развития свиноводства в РФ важно продолжать инвестировать в сельхозпредприятия, обеспечивать доступ к современным технологиям и знаниям для фермеров, разрабатывать и поддерживать программы по совершенствованию генетического потенциала свиней, улучшению кормовой базы и санитарных стандартов.

(Источник: piginfo.ru)

Подпишитесь  
на наш  
Telegram-канал!



## РФ НАРАЩИВАЕТ ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

О росте производства кормов для домашних животных сообщили в Минсельхозе России. Так, в январе 2024 года в РФ было выпущено свыше 110 тыс. т этой продукции — на 4,1% больше, чем за аналогичный прошлый период, а в феврале 119,7 тыс. т, — на 4,9% больше, чем за тот же период прошлого года. Таким образом, за январь — февраль текущего года выпуск кормов составил порядка 230 тыс. т, что на 4,5% выше уровня 2023 года.

Согласно данным исполнительного директора Ассоциации производителей кормов для домашних животных Федора Борисова, российские производители наращивают выпуск продукции и насыщают внутренний рынок в объеме до 85% — сейчас в России делается 70–80% сырья для кормов.

В настоящее время корма для домашних животных производят в 57 регионах страны, при этом продолжают открываться новые предприятия, отметили в Минсельхозе.

## В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПЕРЕВЕДЕНО В ЭЛЕКТРОННЫЙ ВИД ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ СУБСИДИЙ НА ПОДДЕРЖКУ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Как сообщает Департамент сельского хозяйства и продовольствия Ивановской области, в регионе субсидии на производство и реализацию зерновых культур, картофеля и овощей, льна-долгунца, технической конопли и на проведение комплекса агротехнологических работ с этого года будут предоставляться через портал «Электронный бюджет».

Соответствующие правовые акты подписал губернатор региона Станислав Воскресенский, отмечается в сообщении.

В Департаменте уточнили, что всего на поддержку указанных направлений в 2024 году в области предусмотрено почти 35 млн руб. Документы на предоставление субсидии на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей уже принимаются через портал. 11 апреля стартовал отбор получателей зерновой субсидии, вскоре начнется прием документов на выплату субсидий на проведение комплекса агротехработ. Прием заявок на субсидии на производство технических культур откроют в ноябре. В электронный вид переведут еще ряд субсидий — на поддержку элитного семеноводства и многолетних насаждений. Соответствующие изменения вносятся в нормативные правовые акты (объем господдержки по этим направлениям в регионе составит почти 19 млн руб.).

Член правительства Ивановской области, директор Департамента сельского хозяйства и продовольствия Сергей Бубнов, подчеркнув, что посевная кампания у аграриев начнется в конце апреля, заострил внимание на необходимости довести максимальный объем средств господдержки до сельхозтоваропроизводителей до начала весенних полевых работ. По его данным, предприятия АПК уже получили почти 260 млн руб., что составляет более 35%.

## БУРЯТСКИЕ СЕЛЕКЦИОНЕРЫ ВЫВЕЛИ НОВЫЙ СОРТ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

Ученые кафедры ландшафтного дизайна и экологии агрономического факультета БГСХА вывели новый сорт черной смородины — Академическая, сообщили в вузе.

Основные достоинства этого сорта — высокие самоплодность и зимостойкость, отметила один из его авторов, старший преподаватель кафедры Наталья Васильева. У него средний срок созревания, он универсален (ягоды пригодны для переработки на компоты, джемы, соки, желе) и легко размножается вегетативным путем (зелеными черенками, отводками — вертикальными, горизонтальными, дуговидными, воздушными), а также одревесневшими черенками и делением куста, в период максимальной продуктивности урожайность может составить до 12 кг с одного куста, проинформировала она.

В конце 2022 года Бурятская ГСХА передала сорт смородины Академическая (авторы Надежда Гусева и Наталья Васильева) на госсортоиспытание. ФГБУ «Госсорткомиссия» принято решение: сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 11-му региону (Восточная Сибирь), уточнили в академии.



# РАЗВИТИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ФУНГИЦИДАМ У ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Журнал «Аграрная наука» при поддержке одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР) Группы компаний «Шанс» представляет рубрику «Три вопроса эксперту». Руководитель отдела по поддержке и развитию продукции ГК «Шанс» Василий Соннов рассказывает о развитии резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов.



## 1 Какую опасность представляют фитопатогенные грибы?

Фитопатогенные грибы представляют серьезную угрозу для сельского хозяйства, поскольку способны вызывать значительные потери урожая. Для борьбы с ними широко используются фунгициды — химические вещества, предназначенные для предотвращения и контроля роста грибковых патогенов. Однако, как и в случае с антибиотиками у бактерий, с течением времени у грибов могут развиваться механизмы резистентности (устойчивости) к фунгицидам, что затрудняет их эффективное применение.

В этом контексте ГК «Шанс» выделяется широким ассортиментом фунгицидов, соответствующих мировым стандартам безопасности и эффективности.

## 2 Почему развивается резистентность? Можно ли ее избежать?

### Механизмы резистентности

Резистентность к фунгицидам может развиваться у фитопатогенных грибов вследствие различных механизмов. Одним из них является мутация целевых мест, к которым привязывается фунгицид. Это может привести к изменению структуры белковых молекул, которое снижает или полностью блокирует их взаимодействие с активным компонентом препарата. Кроме того, грибы могут активировать механизмы эффлюкса, позволяющие им избегать накопления фунгицида в клетках, или усиливать механизмы детоксикации, что снижает эффективность препарата.

### Факторы, способствующие развитию резистентности

Несмотря на эффективность фунгицидов в начале их использования, с течением времени у грибов могут появляться мутации, благоприятные для выживания при обработке растений. Это может происходить из-за неправильного использования фунгицидов, в том числе недостаточной смены активных веществ, неправильной дозировки или частого применения одного и того же препарата.

Важную роль играет и внутренняя генетическая изменчивость у фитопатогенных грибов.

### Последствия резистентности

Резистентность фитопатогенных грибов к фунгицидам может иметь серьезные последствия для сельского хозяйства, приводит к снижению эффективности препарата фунгицида, потере урожая, к повышению расходов на борьбу с болезнями. Кроме того, она может способствовать увеличению экологического воздействия химических препаратов на окружающую среду и здоровье человека.

### Перспективы борьбы с резистентностью

Для преодоления проблемы резистентности фитопатогенных грибов к фунгицидам необходим комплексный подход. Он включает в себя разработку фунгицидов с новыми механизмами действия, улучшение методов их применения, а также обучение сельскохозяйственных работников правильным приемам применения химических препаратов.

В целом развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов — это серьезная проблема, требующая внимания и действий как со стороны научного сообщества, так и сельскохозяйственных организаций. Появление устойчивых к фунгицидам патогенов свидетельствует о необходимости устойчивого и сбалансированного подхода к использованию химических средств защиты растений.

## 3 Как минимизировать риск развития резистентности? Какие продукты помогают в борьбе с данной проблемой?

Группа компаний «Шанс» постоянно развивает новые формуляции и комбинации активных веществ, чтобы минимизировать риск развития резистентности.

Один из ключевых продуктов ГК «Шанс» — фунгицид **Пропишанс Универсал, КМЭ**. Его действующие вещества **пропиконазол** и **тебуконазол** воздействуют на патогенные грибы, ингибируя их рост и размножение.

Пропиконазол нарушает синтез эргостерола — важного компонента клеточных мембран грибов, что приводит к их гибели. Тебуконазол в свою очередь блокирует активность фермента деметилазы, необходимого для образования эргостерола. Этот комбинированный подход позволяет эффективно контролировать широкий спектр грибных заболеваний, таких как мучнистая роса, черная ножка, ржавчина и др.

Фунгицид **Стробишанспро®**, СК также заслуживает внимания. Его активные компоненты **азоксистробин** и **ципроконазол** действуют синергически, ингибируя ферменты, ответственные за дыхание и синтез эргостерола у патогенных грибов. Этот препарат обеспечивает не только защиту растений от заболеваний, но и способствует росту и развитию возделываемых культур, повышая урожайность и качество продукции.

Механизмы резистентности к фунгицидам являются серьезным вызовом для сельского хозяйства. Однако ГК «Шанс» активно работает над разработкой новых продуктов и технологий, которые помогут преодолеть эту проблему. Наши фунгициды представляют собой надежные средства защиты растений и способствуют обеспечению стабильного урожая.

Важно отметить, что эффективность фунгицидов ГК «Шанс» дополнительно подтверждается исследованиями и практическим опытом их использования сельскохозяйственными предприятиями. Компания постоянно работает над совершенствованием своих продуктов и разработкой новых формуляций с целью обеспечения устойчивой защиты растений и повышения производительности сельского хозяйства.

Читайте в следующем номере: «Новый инсектицид Сектор, КЭ найдет подход к любому вредителю».

**ГК «Шанс»**  
Тел. 8 (800) 700-90-36  
[shans-group.com](http://shans-group.com)

ООО «Шанс Трейд» — генеральный партнер завода-производителя «Шанс Энтерпрайз» по реализации продукции на территории РФ.



# СЕЛЬХОЗУГОДЬЯ — ОСНОВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАШЕЙ СТРАНЫ

Парламентские слушания «О мерах по повышению эффективности вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и о практике применения механизма изъятия земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения, не используемых по целевому назначению» состоялись 19.04.2024 в верхней палате российского парламента. Провел заседание председатель Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александр Двойных. В мероприятии приняли участие сенаторы, представители отраслевых министерств и ведомств, властных структур, научных и общественных организаций.

В ходе парламентских слушаний председатель Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александр Двойных сообщил, что в 2022 году начата реализация Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. В числе ее стратегических задач — введение в оборот к 2030 году более 13 млн га земель сельхозназначения (площадь неиспользуемых сельхозземель по итогам 2022 года составила 43 млн га), уточнил он. На текущий момент принят пакет федеральных законов, необходимых для реализации Госпрограммы: усовершенствованы порядок изъятия неиспользуемых земель и порядок изъятия неиспользуемых земельных долей, определены условия предоставления в аренду без торгов земельных участков крестьянским (фермерским) хозяйствам (КФХ) и доработана процедура учета земельных долей, отметил спикер. Дальнейшей проработки требуют вопросы вовлечения невостребованных земельных долей в оборот, необходимо предусмотреть порядок и процедуру определения вида разрешенного использования сельхозугодий, резюмировал он. Серьезная проблема — бесхозные мелиоративные системы, в том числе затрудняющие вовлечение в оборот земель сельхозназначения, для ее урегулирования в Госдуму внесены соответствующие законодательные инициативы, разработанные Мособлдумой, проинформировал сенатор.

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, площадь сельхозземель, вовлеченных в оборот с начала



реализации Госпрограммы, составила более 638 тыс. га, из них 344,46 тыс. га уже переданы сельхозтоваропроизводителям, сообщил законодатель. «Цифры пока не очень значительные, исходя из задач, поставленных к 2030 году», — отметил он. Для эффективного вовлечения в оборот сельхозземель следует создать необходимые условия для аграриев, заключил парламентарий.

В федеральном Минсельхозе не удовлетворены и темпами изъятия неиспользуемых или используемых ненадлежащим образом земель, об этом сообщил статсекретарь — заместитель министра сельского хозяйства РФ Максим Увайдов. В настоящее время ряд процедур затягивают процесс вовлечения земель в сельхозоборот, отметил он. Чиновник выразил надежду, что реализация мероприятий Госпрограммы (уже показавшей свою эффективность в регионах) оптимизирует данный процесс. Президент России в послании Федеральному Собранию поставил задачу существенно увеличить объем производства продукции АПК. Для ее решения необходимо наращивать земельный ресурс, отметил спикер.

Как сообщила директор департамента земельной политики, имущественных отношений и госсобственности Министерства сельского хозяйства РФ Светлана Евтушенко, за два года реализации Госпрограммы ее мероприятия выполнены в 36 регионах. Она рассказала, что Минсельхоз России создает единую федеральную карту-схему земель сельхозназначения,



включая сельхозугодья, для получения о них достаточных и максимально достоверных данных. На сегодняшний день площадь земель, по которым сформированы карты-схемы (в 2024 году их создание планируется на территории 37 субъектов РФ), составляет 49% от общей площади земель сельхозназначения, полученные данные оперативно передаются в регионы для дальнейшего принятия решений по вовлечению земель в оборот, отметила чиновник. «Завершение мероприятия мы планируем к концу 2025 года», — уточнила она. Спикер сообщила, что Минсельхоз совместно с субъектами формирует пулы земельных участков, которые будут вводить в оборот, ставить на учет и в дальнейшем передавать сельхозтоваропроизводителям. В планах министерства — подготовить вместе с научными экспертами рекомендации, какие культуры можно выращивать на конкретных земельных участках с учетом особенностей почвы, выйдя в результате на создание конкретных пакетных предложений для потенциальных инвесторов и сельхозпроизводителей, которые в последующем, понимая свои перспективы, смогут взять эти участки и с ними работать, отметила она.

Сельхозугодья — основа продовольственной безопасности нашей страны, они подлежат особой охране и нуждаются в дополнительных мерах защиты, отметил статс-секретарь — заместитель руководителя Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра) Алексей Бутовецкий. На данный момент Росреестр совместно с Минсельхозом России работает над законопроектом, одной из ключевых задач которого является внесение сведений о таких угодьях в ЕГРН, чтобы точно знать местонахождение объекта защиты, проинформировал он. Законопроект предполагается внести в Госдуму до конца 2024 года, уточнил чиновник.

Врио проректора по научной работе Государственного университета по землеустройству д-р экон. наук Станислав Липски рассказал об опыте вуза по вовлечению в хозяйственный оборот неиспользуемых сельхозугодий и научных разработках по данной тематике. Он заострил внимание на «Методике установления границ земель сельскохозяйственного назначения, включая ценные и особо ценные земли сельскохозяйственного назначения, на территории муниципального образования (с установлением границ сельскохозяйственных угодий)», разработанной ГУЗом в 2021 году (вторая редакция утверждена Минсельхозом России в январе



2024 года). Согласно презентации врио проректора, эта методика предусматривает проведение работ в целях информобеспечения формирования Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН), в частности внесения информации о границах сельхозугодий, а также в целях упорядочения системы налогообложения, регулирования сельхоздеятельности, в том числе межевания, определения местоположения особо ценных земель сельхозназначения. Такими работами в 2022 году были охвачены шесть пилотных регионов (республики Татарстан и Мордовия, Московская, Белгородская, Калининградская области, Удмуртская Республика), в которых на основе указанной методики были проведены работы по установлению границ земель сельхозназначения с установлением границ сельхозугодий, сообщил спикер. В 2023 году университет продолжил выполнять эти работы в Северо-Западном федеральном округе, на территориях Ленинградской и Новгородской областей, уточнил он. По всем пилотным регионам работы были успешно завершены, проинформировал экономист.

Акцент на необходимости введения в российское право полноценного, общеправового, легального, точного, научно обоснованного, неконтекстного определения почвы и ее плодородия (что должно способствовать повышению эффективности вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения) сделал профессор кафедры общего земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Дмитрий Хомяков. Таковы и предписания президента России, сформулированные им в указах от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» и от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», отметил он. В связи с этим данные о почве и почвенных ресурсах должны найти отражение в формирующейся национальной системе геопространственных данных, добавил ученый. «Указанная информация должна там присутствовать, обновляться, быть адекватной, актуальной и доступной пользователям, именно на ее основании будут приниматься решения о более рациональном и природоохранном использовании наших сельскохозяйственных угодий», — отметил он.

Ю.Г. Седова



# РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ — ЗАЛОГ ЭФФЕКТИВНОГО СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА

Симпозиум «Почва и вода — основа жизни на Земле», организованный Отделением ФАО для связи с РФ совместно с Российской академией наук, прошел в гибридном формате на площадке Президиума РАН в Москве.

Важность сохранения, восстановления и повышения плодородия почв, решения проблемы опустынивания и засухи, рационального, эффективного использования водных ресурсов, применения почвосберегающих технологий как основы обеспечения продовольственной безопасности отметил заместитель президента Российской академии наук д-р с.-х. наук, академик РАН Петр Чекмарев.

Роль почв в сохранении биологического разнообразия, регулировании изменения климата, очистке воды и производстве продуктов для населения недооценена, заявил руководитель представительства Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в России Владимир Мошало. «К сожалению, несмотря на развитие науки, на сегодняшний день известно не более 1% (точнее, описано не более 1%) почвенных организмов», — сказал он. А между тем «Почва — наш самый драгоценный капитал, жизнь и благополучие всего комплекса наземных биоценозов, естественных и искусственных, зависит в конечном счете от тонкого слоя, образующего самый верхний покров Земли», процитировал спикер высказывание известного французского зоолога и эколога, популяризатора науки Жана Дорста.

«Здоровье почв и пресноводных экосистем, включая реки, озера и водно-болотные угодья, напрямую влияет на качество и количество производимой нами пищи. Однако и почвы, и водоемы сталкиваются с угрозами нарастающей степени из-за последствий антропогенной деятельности и климатического кризиса», — отметил директор Отделения ФАО для связи с Российской Федерацией Олег Кобяков. По его данным, эрозия почв уносит ежегодно 20–37 млрд т верхнего плодородного

слоя, снижая тем самым урожайность сельхозкультур, способность почвы накапливать углерод, питательные вещества и воду и участвовать в их круговороте. «Для того чтобы прокормить растущее население планеты (в 2022 году нас стало восемь миллиардов, а к 2050 году ожидается свыше десяти миллиардов), следует производить больше, но с меньшими затратами, потому что сокращаются площади пашни и земли, занятые другими сельскохозяйственными объектами, — резюмировал эксперт. — Это происходит отчасти по причине урбанизации, роста инфраструктурных проектов, а главное — вывода почвы из сельхозоборота в силу требований современной цивилизации. Поскольку население нужно кормить всё более качественными пищевыми продуктами, мы должны применять устойчивые методы ведения сельского хозяйства, сохраняющие и улучшающие здоровье почв».

Проблематику сохранения биоразнообразия почвы — природного механизма, который обуславливает устойчивость экосистем, обеспечивает их адекватную реакцию на внешние воздействия и процесс воспроизводства в изменяющихся внешних условиях, выделил научный руководитель Института водных проблем (ИВП) РАН член-корреспондент РАН Виктор Данилов-Данильян. Без биоразнообразия экосистема утрачивает способность сохранять свою климатическую структуру, соответственно, деградирует и затем погибает, пояснил он. «Так, по палеонтологическим данным, темпы сокращения биоразнообразия, по всей вероятности, никогда еще не были такими высокими, как сейчас. Прежде всего, это происходит по антропогенным причинам», — заметил ученый. Причем если мировым сообществом пред-

принимаются скоординированные меры для сохранения климатической системы, то для биоразнообразия почв не делается практически ничего, потому что бизнес не заинтересован в этом, отметил он. В настоящее время международная общественность особенно озабочена ситуацией в Центральной Азии: в регионе нехватка водных ресурсов, господствуют примитивные технологии орошения, при этом затраты воды на получение тех же самых объемов урожая, которые сейчас собирают в центральноазиатских странах, могут быть сокращены в несколько раз, проинформировал спикер. «Думаю, раз в шесть», — уточнил он. По мнению ученого, решить проблему водообеспеченности смогут передовые технологии, переход к внутриводочному капельному орошению, внедрение повторного использования воды, а также повсеместная ее экономия.

Ю.Г. Седова



# РОССИЯ — ОДИН ИЗ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЯСА ПТИЦЫ

Текущее положение дел в отрасли птицеводства, — ключевые достижения, основные проблемы и пути их решения, — обсудили участники пленарной сессии «КОНКУРЕНЦИЯ. КОМПЕТЕНЦИИ. КОМАНДА» Международного форума практиков для специалистов ведущих птицеводческих предприятий «Лидеры АПК. Горизонты будущего», прошедшего с 10 по 12 апреля в Москве в рамках проекта «Лидеры АПК» — дискуссионной площадки для обсуждения наиболее актуальных вопросов бизнеса, обмена опытом и выработки комплексных решений развития в сфере агропромышленного комплекса. В мероприятии приняли участие представители научно-образовательного сообщества, отраслевых ассоциаций и профильных ведомств, руководители и главные специалисты крупнейших птицеводческих агрохолдингов Российской Федерации, республик Беларуси и Казахстана. Предваряя заседание, с приветственным словом в онлайн-формате выступил первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин.

В ходе своего выступления сенатор Сергей Митин — первый заместитель главы комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию акцентировал внимание на успехах отечественного аграрного сектора. «Современное сельское хозяйство России — один из флагманов экономики нашей страны», — процитировал он высказывание президента РФ Владимира Путина, отметив, что с начала 2000 года объемы производства сельскохозяйственной продукции увеличились практически в 2 раза, достигнув по итогам прошлого года свыше 8,3 трлн рублей. При этом производство зерновых культур возросло в 2,2 раза, скота и птицы в живом весе — в 2,3 раза, добавил спикер. «Проведя за последние годы фактически институциональные реформы, преобразования, нам удалось создать в нашей стране законодательную основу развития, выработав эффективные инструменты поддержки российского сельского хозяйства. Россия, — благодаря труду (упорному труду!) аграриев и поддержке Министерства сельского хозяйства РФ, правительства Российской Федерации, парламента и, конечно, президента, — превратилась из импортозависимой в нетто-экспортера сельскохозяйственного сырья и продовольствия», — резюмировал он. В свою очередь, птицеводство (будучи одной из важнейших подотраслей животноводства) внесло весомый вклад в общее дело развития сельского хозяйства, — как результат, Россия на сегодняшний день является одним из ведущих мировых производителей мяса птицы и яйца, отметил парламентарий. «В мировом рейтинге мы вторые по валовому производству мяса индейки, четвертые — по мясу бройлеров, седьмые — по яйцу, — проинформировал он. — Вместе с тем предприятия отрасли продолжают искать новые институты и инструменты развития, чтобы удовлетворять потребности внутреннего и внешнего рынков, наращивать свой экспортный потенциал».

Сергей Митин выделил среди ключевых вопросов проблематику кадрового обеспечения АПК РФ. Так, согласно экспертным данным, в 2023 году в агропромышленном



комплексе насчитывался дефицит более 200 тыс. сотрудников: в различных подотраслях недоставало 30–50% работников. Учитывая, что сельскохозяйственный сектор России становится все более технологичным, ему, прежде всего, нужны высокопрофессиональные специалисты, владеющие самыми современными технологиями, заявил сенатор. В числе приоритетных задач, стоящих сегодня перед высшей школой, — подготовка для предприятий агропрома страны специалистов с высочайшей квалификацией, которые в дальнейшем должны будут не только поддерживать свой профессиональный уровень, но и регулярно его повышать, отметил он. В настоящее время в российском АПК ведется активная работа по созданию конкурентоспособного кадрового резерва (с участием 43-х вузов Минсельхоза России и 11-и вузов Министерства науки и высшего образования РФ), — его формированию будет способствовать разрабатываемый в правительстве по поручению президента нацпроект «Кадры», запуск которого запланирован на начало 2025 года, сообщил парламентарий.

Ю.Г. Седова

# ЭПИЗООТИЧЕСКОЕ И ФИТОСАНИТАРНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ НОВОСИБИРСКОЙ И ТОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ ОБЕСПЕЧЕНО

В ходе пресс-конференции руководства Управления Россельхознадзора по Новосибирской и Томской областям состоялось обсуждение итогов прошлого года и I квартала этого года, текущей ситуации, а также вопросов обеспечения продовольственной безопасности в регионах в 2024 году. Мероприятие прошло 16 апреля на площадке ТАСС (г. Новосибирск).

Как сообщил руководитель Управления Россельхознадзора по Новосибирской и Томской областям Александр Баев, в результате проведения контрольно-надзорных мероприятий, активного взаимодействия с правительством Новосибирской и администрацией Томской областей, областными госветслужбами эпизоотическое и фитосанитарное благополучие регионов обеспечено. Выполнены все задачи, поставленные перед Управлением и в 2023 году, и в текущем периоде: полностью сохранено поголовье сельскохозяйственных и птицы, обеспечено отсутствие заноса особо опасных болезней. Это способствовало развитию региональных АПК, отметил он. «Объем производства сельскохозяйственной продукции в наших регионах позволил существенно нарастить экспорт данной продукции (животного и растительного происхождения)», — сказал чиновник. Он напомнил, что прошлый год для Новосибирской области, собирающей от 2,5 до 3,5 млн т зерновых и зернобобовых, тогда как на внутреннее потребление необходимо около 1,8 млн т, стал рекордным по экспорту этих культур (сельхозтоваропроизводителями отправлено за рубеж 1,2 млн т). По данным спикера, в 2023 году регион экспортировал данную продукцию в 12 стран мира, при этом 54% объема экспорта было направлено в КНР. «И это не предел, есть перспектива. Значит, следует разрабатывать заброшенные поля и расширять посевные площади. Если появился спрос, — то должно быть и предложение», — заметил Александр Баев.

В прошлом году в целом из двух регионов отправлено на экспорт 38,3 тыс. т продукции животноводства, за I квартал этого года — почти 12 тыс. т, проинформировал врио заместителя руководителя Управления Алексей Магеров. Томская область традиционно экспортирует свинину, продукцию птицеводства и корма растительного происхождения (жмых, шрот), которые дают основной объем, а Новосибирская область — мясную и преимущественно рыбную продукцию, уточнил он. Этот регион активно экспортирует рыбу в Узбекистан, Таджикистан, страны Таможенного союза, а также в Евросоюз, чему содействует развитая логистическая инфраструктура, отметил чиновник. «В конце прошлого года мы отправили в Китай две партии рыбы карповых пород производства Новосибирской области. Первые отправки (в 2019 году) были пробными (к сожалению, они были остановлены в связи с пандемией). После стабилизации ситуации с COVID-19 наши две пробные партии ушли благополучно. Надеемся, экспорт в данном направлении будет развиваться», — сказал он. Помимо этого, область, благодаря благополучной ситуации



в местной птицеводческой отрасли, экспортирует пух и перо, отметил спикер. Он выделил в качестве отличительной черты последних 10–15 лет почти полное отсутствие импорта продукции животноводства. «За это время мы действительно практически отказались от импорта, поскольку успешно обеспечиваем собственные потребности», — пояснил чиновник.

Алексей Магеров, сделав акцент на одной из ключевых задач Россельхознадзора — выявлении фальсифицированной продукции, отметил, что внедрение электронных систем в практику привело к кратному увеличению выявляемых нарушений. Причем наилучших результатов удается добиться при помощи взаимодействия нескольких цифровых систем, уточнил он. В перспективе, объединив усилия разных информационных систем, будет проще решить проблему фальсификата и контрафакта, заключил спикер.

«В ближайшем будущем нам предстоит объединить усилия с коллегами из Кемеровской области», — отметил Александр Баев. Он сообщил, что к Управлению Россельхознадзора по Новосибирской и Томской областям присоединяют еще одну область — Кемеровскую. «Есть приказ министра сельского хозяйства Российской Федерации Дмитрия Патрушева о том, что наши полномочия будут распространяться на Кемеровскую область — Кузбасс», — рассказал чиновник. Согласно его данным, объединенное ведомство будет называться Сибирским межрегиональным управлением Россельхознадзора. Благодаря объединению специалисты межрегионального управления смогут, в частности, сравнить и обобщить лучшие практики ведения сельхозпроизводства в трех регионах Сибирского федерального округа, подытожил спикер.

Ю.Г. Седова





# ИНТЕРГЕН

торговый дом

## СЕКСИРОВАННОЕ СЕМЯ БЫКОВ, ПРОИЗВЕДЕННОЕ В РОССИИ

Стандарты качества полностью соответствуют  
Приказу 336 МСХ РФ

Реклама

### УСЛУГИ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ФЕРМЕРОВ

С ответственностью за результат.



#### ВОСПРОИЗВОДСТВО «ПОД КЛЮЧ»

Полный аутсорсинг с оплатой за стельность.



#### ГЕНОМНАЯ ОЦЕНКА ВАШЕГО СТАДА

Определение племенной ценности ваших животных.  
Ранжирование стада.



#### ХРОМОСОМНЫЙ ПОДБОР ПАР

Закрепление на уровне ДНК.



ООО «КОДЖЕНТ РУС»



#### УСЛУГИ:

+7 (910) 227-70-02

mail@cogentrus.ru

### СЕМЯ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭТО:



Единственное производство  
сексированного семени в РФ



Качество мирового уровня



Стабильность поставок в меняющемся мире



Высокая племенная ценность



Доступная цена и локальное производство



Высокий уровень TPI и NMS



Эксклюзивная технология  
стандарта Ультраплюс 4М™  
(4 миллиона спермиев в 1 дозе)



#### СЕМЯ:

+7 (985) 774-64-31

v.andreev@intergenrus.ru

# ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДВА ГОДА В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ СТАВРОПОЛЬЯ СУЩЕСТВЕННО ВЫРОСЛА ДОЛЯ СЕМЯН ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

В ходе пресс-конференции, организованной ТАСС совместно со Ставропольским краевым информационным агентством «Победа 26», состоялось обсуждение роли Ставрополья в формировании российского рынка семян отечественной селекции. В мероприятии принял участие министр сельского хозяйства Ставропольского края Сергей Измалков.

В год Ставрополью — одному из лидеров России по зерновому производству — необходимо около 430 тыс. т семян, из них более 57 тыс. т пропашных культур, сообщил руководитель краевого Минсельхоза Сергей Измалков. Остальное (преимущественно пшеницу, озимый ячмень) ставропольские аграрии производят с избытком и реализуют как внутри страны, так и за ее пределами, отметил он. Местные семена зерновых культур пользуются спросом в Казахстане, Киргизии, Азербайджане, Грузии, Китае, Турции и других странах, а семена кормовых культур — в Республике Беларусь, уточнил чиновник.

*«По пропашной группе зависимость до прошлого года была очень высокой, порядка 80–90%, — сказал министр. — Тем не менее, нам удается сдерживать этот рост. Мало того, за последние два года существенно выросло использование семян отечественной селекции. Это касается прежде всего, кукурузы и подсолнечника». Согласно его данным, на текущий момент край на 30–40% обеспечен семенами российской селекции по данным направлениям.* По словам спикера, этому способствовал ряд факторов, особенно ценовой, разработки ученых Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра и ВНИИ кукурузы, а также дальновидная позиция руководителей местных сельскохозяйственных предприятий, которые начали постепенно переходить на отечественные семена.

На сегодняшний день достаточно сложной остается ситуация по сахарной свекле, отметил Сергей Измалков. *«Мы традиционно сеем от 29 тысяч до 33 тысяч гектаров этой культуры (здесь доля импортных семян составляет более 95%)», — проинформировал он.* В будущем регион планирует, отказавшись от импорта, перейти на отечественный материал, сообщил чиновник. Преодолеть зависимость от импортных поставок — одна из важнейших задач, обозначенных в рамках Доктрины продовольственной безопасности Минсельхозом России, резюмировал он.

Сельхозтоваропроизводители края активно пользуются инструментами государственной поддержки, отметил министр. Поддержка сельского хозяйства на Ставрополье ведется по нескольким направлениям, одно из них — в контексте госпрограммы Ставропольского края «Развитие сельского хозяйства» (предоставление субсидий на приобретение семян элиты), помимо этого, аграрии имеют возможность пользоваться льготными кредитами, которые в том числе идут на растениеводство и семеноводство, сообщил он. Востребована и такая мера поддержки, как авансирование затрат



сельхозпроизводителей. Впервые эта практика была применена в прошлом году и уже доказала свою эффективность, добавил спикер.

Чиновник уведомил аудиторию, что с овощами открытого грунта на Ставрополье особых проблем нет, поскольку в основном местные сельхозпроизводители работают (и работали) с отечественными семенами, а вот с овощеводством защищенного грунта сложности есть, так как до последнего времени аграрии региона использовали импортные семена. Краевые власти прилагают максимум усилий для успешного решения этого вопроса, отметил он.

Министр напомнил, что в июне этого года на базе Минераловодского городского округа Ставропольского края запланировано проведение Всероссийского дня поля, подготовка к которому началась несколько месяцев назад. Так, в период осеннего сева в регионе было заложено несколько демонстрационных участков с 97 отечественными сортами различных сельхозкультур. «Две трети из них (так как мы находимся на территории Ставропольского края) — ставропольской селекции, но есть и краснодарская, и ростовская, и других (соседних) регионов. Состояние их на сегодняшний день неплохое, всхожесть хорошая — порядка 95–97%», — рассказал спикер. Он сообщил, что все задействованные в масштабном мероприятии научные учреждения совместно с краевым Минсельхозом ведут постоянный мониторинг этих участков. «Мы имеем полную картину происходящего там, и пока всё идет хорошо», — заверил чиновник, добавив, что во время осеннего сева будет подготовлен еще ряд опытных участков с отечественными сортами сельхозкультур. На Всероссийском дне поля будут продемонстрированы лучшие разработки ставропольских ученых, отметил он.

Ю.Г. Седова

# ЧТОБЫ ВАШИ ДЕНЬГИ НЕ УШЛИ В НАВОЗ: КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ПРЕМИКСЫ

В условиях оптимизации расходов на корма для КРС в животноводческих хозяйствах наиболее удобным и эффективным вариантом обеспечения экономичного здорового рациона может стать собственное приготовление комбикормов с добавлением витаминно-минеральных премиксов.

Витаминно-минеральную часть комбикорма легко восполняют премиксы — сбалансированные кормовые добавки, специально разработанные для экономии затрат на приобретение заводских комбикормов. Комбикорм с премиксом полностью покрывает потребности крупного рогатого скота в жизненно важных микронутриентах, способствует оздоровлению поголовья, лучшему усвоению кормов, повышению продуктивности животных и рентабельности производства.

Минеральное питание имеет огромное значение для правильного роста и развития молодняка КРС. Дефицит рациона телят хотя бы по одному витамину, макро- и микроэлементу вызывает нарушение в развитии органов и тканей, имеющих высокую скорость роста, снижает жизнеспособность и иммунный статус молодняка. Отставание в начальный период развития восполнить в дальнейшем уже невозможно, поэтому грамотная технология кормления телят — основа продуктивности взрослых животных.

Минеральной составляющей рациона коров, быков, нетелей необходимо уделять особое внимание. По оценкам специалистов-агрохимиков, из-за обеднения почв большинства регионов России традиционные растительные корма дефицитны по содержанию **кобальта, йода, марганца, селена, кальция, фосфора**, то есть критических минералов, лимитирующих молочную и мясную продуктивность КРС. При хроническом недостатке биоактивных веществ организм животного не способен обеспечить уровень обменных процессов, обусловленный породным генетическим потенциалом.

Важно помнить: для получения отличного результата премиксы должны быть качественными, от проверенного производителя. Экономия на качестве — мина замедленного действия. «Выгодное предложение» от посредников, как правило, означает фальсификат, который может поставить под удар всю работу хозяйства. Нехватка и переизбыток одного-двух критических компонентов снижают эффективность всего комплекса на 90%, негативно отражается на здоровье животных, количестве и качестве получаемой продукции.

**Вывод:** не ищите «выгодных предложений», ищите надежного производителя!

## Основными критериями выбора должны быть:

- **наличие собственного производства**, сертифицированного по системе менеджмента качества ISO 9001:2011;
- **собственная испытательная лаборатория и научно-технологическая база;**
- **гарантия качественного сырья от проверенных поставщиков, обеспечивающая безопасность продукта.**

Всем этим требованиям отвечает широко известная отечественная компания — Производственно-торговый альянс «Агровит — Капитал-ПРОК», выпускающая идеально сбалансированные витаминно-минеральные добавки собственной разработки в серии «Умные премиксы».

## «УМНЫЕ ПРЕМИКСЫ»

- Изготовлены **без ГМО, антибиотиков, консервантов, стимуляторов роста.**
- Имеют **гарантию производителя на заявленный состав** компонентов.
- Дают возможность готовить **сбалансированный комбикорм на основе любой кормовой базы.**
- Повышают **молочную и мясную продуктивность** КРС на **10–25%**.
- Профилактируют проблемы минеральной недостаточности, снижают заболеваемость и падеж на **20–40%**.
- Сокращают расходы на **ветеринарное обслуживание.**
- Повышают питательную ценность рациона при удешевлении единицы продукции.
- Выводят кормовые токсины из организма животных.
- Улучшают **вкусовые качества продукции**, обогащают ее витаминами и минералами.

В составе «Умных премиксов» только качественные минеральные составляющие, витамины от ведущих мировых производителей, мультиферментные компоненты. Качество премиксов гарантировано использованием высокотехнологичного оборудования и многоступенчатым контролем входящего сырья и выпускаемой продукции.

В ассортименте фирменных премиксов для КРС — премикс «Гаврюша» для телят 1–6 месяцев, «Буренка» для молочных коров, быков, телок, нетелей, а также специальные рецептуры, позволяющие сделать акцент на критических отрезках жизненного цикла животных: выращивании молодняка, сухостое, отелах, новотельном периоде, лактации и так далее. Предприятие выпускает высококонцентрированные премиксы для коз, овец, свиней, птицы, кроликов.

Опыт показывает, что грамотные вложения в кормовой рацион многократно окупаются сохранением здоровья и повышением продуктивности животных, чтобы ваши деньги не ушли в навоз.



Тел. 8 (800) 200-38-88 (бесплатно)



prok.ru



agrovit87.ru

# ВНИМАНИЕ НА КОНЕЧНОСТИ ЖИВОТНЫХ: ПРИМЕНЕНИЕ БИОИНЕРТНОГО ПОЛИМЕРНОГО КЛЕЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ И РЕМОНТА КОПЫТ И КОПЫТЕЦ

**С.Ю. Концевая<sup>1</sup>**, доктор ветеринарных наук, профессор,  
**С.И. Лавров<sup>2</sup>**, директор

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина»

<sup>2</sup> Инновационная компания «АгроВи» НПХ «ВладМиВа», резидент ТОСЭР г. о. Губкин (Белгородская обл.)

Анализ мониторинговых исследований и литературных данных позволяет утверждать, что частота заболеваний дистального отдела конечностей при современных технологиях содержания непрерывно увеличивается ввиду изменений среды обитания и применения высокоэнергетического кормления. Трансформация условий пребывания и питания приводит к нарушению нормального функционирования копыт. В связи с этим своевременное решение проблем, связанных с болезнями дистального отдела конечностей крупного рогатого скота и лошадей, должно быть основано на мероприятиях по их предупреждению. Для профилактики заболеваний требуется достаточный и правильный уход за копытами. Сегодня с разработкой более продвинутых методик в области ортопедии у ветеринарных врачей появляется расширенный спектр синтетических материалов, способных улучшить качество жизни животных с проблемами дистального отдела [1]. В коневодство внедряются новые технологии, которые, возможно, скоро позволят заменить ковку. Учитывая, что основными недостатками крепления на гвозди подков выступают травмирование копытного рога и блокирование соответствующего механизма, данная перспектива представляется весьма актуальной. Многие специалисты считают применение клея под подкову на копыто самой значимой инновацией за последние несколько лет.

В коневодство внедряются и новые технологии, которые, возможно, скоро позволят заменить ковку. Учитывая, что основными недостатками крепления на гвозди подков выступают травмы копытного рога и блокирование соответствующего механизма, данная перспектива представляется весьма актуальной [2]. Многие специалисты считают применение клея под подкову либо накладку на копыто самой значимой инновацией за последние несколько лет.

На основе реставрационных материалов, применяемых в стоматологии (Л.А. Лягина, Л.Л. Галочкина, В.П. Чуев, 2006 г.), разработан и внедрен в практику биоинертный копытный клей, предназначенный для решения важной для ветеринарной ортопедии задачи — лечения и профилактики травм копыт и копытец. Это отечественный инновационный композитный материал, который служит для быстрого формирования «искусственной подковы». Данный клей создан на основе этилметакрилата, тогда как импортируемые аналоги (Германия) делаются на основе метилметакрилатов. Не требует специальных условий хранения, учета и отчетности перед силовыми ведомствами, так как этилметакрилат не является прекурсором. Клей не токсичен, не вызывает аллергических реакций, обладает антисептическими свойствами.



Показания к применению биоинертного копытного клея: ремонт трещин, коррекция формы копыт и деформаций копытец у крупного и мелкого рогатого скота, крепление подков из любого материала (металла, алюминия, дерева, текстолита, пластмасс).

Разработанная техника крепления ортопедических подков и накладок сельскохозяйственным животным при помощи биоинертного клея используется при лечении деформаций. В условиях животноводческих комплексов биоинертный копытный клей хорошо показал себя как за счет состава, так и за счет скорости застывания (6 мин. от момента замешивания). Положительные аспекты — долгий период носки накладок (до 6 недель) и гибкость, необходимая для функционирования копыта. Набор для реализации на 20 применений включает в себя 20 флаконов по 25 г жидкости, 20 банок по 50 г порошка, буковые накладки, лопатки для смешивания, инструкцию. Набор упакован в пластиковый контейнер.

Варианты гибкого клея для различных вмятостей и решения ортопедических проблем у лошадей дают возможность пластичности синтетической основы — от мягкой до жесткой. С помощью такой разновидности материала достигается комбинированная ковка лошади на гибкий клей с гвоздями. Помимо этого, допускается реализация технологии с использованием в качестве армирующего основания специальной сетки, что позволяет не блокировать копытный механизм за счет гибкости клея. При этом вещество имеет подходящую плотность, делающую его незаменимым при формировании клина или дополнительной стенки копыта, посредством чего увеличивается опорная поверхность.

Получен патент на изобретение состава биоинертного полимерного клея для профилактики болезней



*Компанией разработан и прошел апробацию (более 3-х лет) двухкомпонентный полиметакрилатный клей (паста-паста в объеме 50 мл), который характеризуется быстрым схватыванием, смешанный в пропорции 1:1, отверждающийся до формы твердой резины, предлагаемый покупателям в двойном шприце со смесительной насадкой. После затвердевания он полностью устойчив к воде и другим погодным условиям. Благодаря форме пасты хорошо заполняет пространство между накладкой и копытным рогом. Полностью водонепроницаемый. Хорошо склеивает копытный рог, металлы, пластмассы, резину, дерево и т. д. Используется для быстрого ремонта трещин на копытном роге.*

и ремонта копыт сельскохозяйственных и диких животных [3].

В 2024 году компания выпустила новинку — двухкомпонентный клей. Пакуется в удобном для применения на ферме объеме — 200 мл. На клей получены все разрешительные документы со стороны Россельхознадзора и других контролирующих организаций.

Налажено производство копытного клея, разработана продуктовая линейка с различными составляющими для улучшения качества регенерации копытного рога, а также гибких клеев для изготовления фильцев.

С целью изучения особенностей применения отечественного клея с 2019 по 2021 год была проведена диспансеризация лошадей, которые содержатся на государственных конюшнях г. Белгорода и Белгородского района. Оценке подлежали 59 особей, среди которых 27 кобыл, 10 жеребцов и 22 мерина в возрасте от 3 до 19 лет. Процедура включала ряд мероприятий: сбор данных анамнеза, клиническое и ортопедическое исследование. Лошади осматривались в покое путем пальпации и при движении по твердому или мягкому грунту. При необходимости проводились сгибательные тесты (бойдес-пробы) и определялась чувствительность при помощи копытных щипцов. Отдельные патологии подтверждали рентгенологическими исследованиями. Для такого анализа частей дистального отдела конечностей подходят напряжение от 60 до 120 кВт и мощность от 10 до 50 мА. Время излучения минимальное — 0,04–0,2 сек. Расстояние между камерой и кассетой — от 85 до 100 см.

В результате рентгенологических исследований у каждой группы животных были выявлены отклонения от нормы в дистальном отделе конечностей. При этом распространенность повреждений костных структур оказалась тем выше, чем ниже располагался сустав. У лошадей чаще фиксировали патологии копытного сустава (у 33 из 50 особей), реже — венечного сустава, что наблюдалось у 32 из 59 животных. Оссификация копытных хрящей фиксировалась у 23 из 59 голов, патологии области путового сустава были найдены у 21 из 59 лошадей, повреждение мест крепления сухожилий — у 19 из 50 особей,

а рассекающий остеохондроз обнаружился у 14 из 50 животных. Остальные заболевания дистального отдела конечностей, в частности ламинит и деформация копытного башмака, проявлялись в единичных случаях, при этом лизис копытной кости не был выявлен. В результате у лошадей обычно встречались травмы дистально лежащих суставов. Частота их проявления была связана с возрастными особенностями костных структур, эксплуатацией и нагрузкой.

В целях оздоровления поголовья была разработана техника крепления ортопедических подков при помощи биоинертного клея. При лечении деформаций реализовывалась определенная последовательность действий. Прежде всего препарат наносился на сухое, предварительно расчищенное копыто. Если такая процедура проводилась ранее, необходимо было обновить стенку, зацепную и подошвенную части мягкой стороной рашпиля, удалить грязь и влагу. В случае обнаружения клинических признаков поражения тканей бактериальной или грибковой инфекцией клей следовало применять после полного их удаления и строго после консультации специалиста. Затем деформация (например, трещина) расчищалась до полного удаления пораженных тканей. После обозначенных манипуляций клей из шприца-дозатора наносился на область разобранной трещины или скола с захватом здоровой части копытного рога, причем в последнем случае продукт желательно применять в комбинации с армирующей сеткой. Клей приобретал клеящую способность приблизительно через 1–2 мин. в зависимости от температуры окружающей среды. Затем зона деформации полностью закрывалась биоинертным копытным клеем, сохраняя нагрузку на весь башмак, что позволяло предотвращать перегрузку в отдельных частях копыта и действовало как компенсаторное устройство при повреждении стенки. Такой метод ортопедии не влиял на отрастание рога, не блокировал копытный механизм за счет эластичности состава и не нарушал целостность копытного башмака.

Для приклеивания подков у лошадей была разработана отдельная последовательность действий. Препарат наносился на сухое расчищенное копыто

без признаков инфекции. Если они обнаруживались, требовалось проведение дополнительных манипуляций по лечению. Железная подкова готовилась определенным образом: делались глубокие насечки или сквозные круглые отверстия по всему периметру, при этом желательным было использование механизма с отворотами. Резиновая или полиуретановая подкова (также с отворотами) обезжиривалась, а для буковой накладки специальная обработка не требовалась.

Клей готовился по описанному ранее принципу и наносился на подкову. После этого конечность поднималась, слой раствора распределялся по копыту или копытцу по белой линии к зацепной части, прикладывалась и плотно прижималась пластина. В этот период целесообразным было распределение излишков материала по возможным пустотам и местам с недостаточным слоем. При полном застывании следовало опустить конечность и счистить избытки состава рашпилем. При проведении данной процедуры лошади желательно дать рептух с сеном, морковь, овес или другие отвлекающие лакомства, чтобы уменьшить стресс и возможное волнение, а также облегчить работу специалиста. Если животное имеет ортопедические заболевания, связанные с болезненностью в момент опоры на конечности, необходимо обеспечить под опорное копыто мягкую прослойку из опилок, соломы или резины, чтобы снизить чувствительность. С большой конечностью нужно работать в последнюю очередь.

Крепление полиуретановой подковы осуществляется аналогичным образом: сначала обезжириваются поверхности, затем клей наносится на расчищенное копыто и накладку, и две области соединяются. Такое ортопедическое приспособление используется с лечебной целью — для обеспечения дополнительной амортизации на период восстановления. Преимуществом метода является гибкость материалов, дающих опорную нагрузку на копыто и его механизм, а отсутствие гвоздей и других травмирующих элементов сохраняет целостность стенки копыта и его внутренних структур.

Железная подкова крепится схожим образом. На приспособлении должны быть сделаны глубокие насечки и сквозные круглые отверстия, после чего расчищается подошвенная часть копыта, смешанный состав наносится на обе области склеивания. Обязательно нужно плотно прижать подкову, а остатки препарата распределить по ее периметру с внешней и внутренней стороны. Основные преимущества ковки на железные подковы заключаются в износостойкости металла и амортизационных качествах, что напрямую влияет на биомеханику копыта. При их использовании лошадь может нести нагрузку, в отличие от применения ортопедических накладок, изготовленных из других материалов. Данный метод в

комбинации с биоинертным клеем дает возможность не только отказаться от гвоздей как способа удержания подковы на копыте, но и осуществить комбинированную ковку, что не будет мешать правильной работе пяточной области и биомеханике копыта в целом.

Следует отметить, что были разработаны и апробированы гибкие варианты клея для различных вмешательств и решения ортопедических проблем у лошадей, требующих учитывать показатели пластичности синтетической основы — от мягкой до жесткой. С помощью такой разновидности материала можно осуществлять комбинированную ковку лошади на гибкий клей с гвоздями. Помимо этого, допускается реализация технологии с использованием в качестве армирующего основания специальной сетки, что позволяет не блокировать копытный механизм за счет гибкости клея. При этом вещество имеет подходящую плотность, делающую его незаменимым при формировании клина или дополнительной стенки копыта, посредством чего увеличивается опорная поверхность.

Биоинертный копытный клей хорошо показал себя как за счет состава, так и за счет скорости застывания (6 мин. от момента замешивания). Положительные аспекты — долгий период носки накладок (до 6 недель) с принудительным снятием колодки и гибкость, необходимая для функционирования копыта. Разумеется, не следует использовать вещество по истечении срока годности, указанного на упаковке. Несоблюдение условий хранения приводит к изменению рабочих характеристик и сокращению сроков применения. В случае аллергических реакций материал следует удалить и отказаться от его дальнейшего нанесения.

Таким образом, разработанный российский биоинертный клей дает возможность не только качественно проводить профилактические и лечебные меры в отношении копыт крупного рогатого скота и копыт лошадей, но и сократить расходы владельцев животных, поскольку им не придется приобретать дорогой зарубежный материал.



[agrovi-k@mail.ru](mailto:agrovi-k@mail.ru)

Тел. 8 (4722) 200-555, доб 743,

+7107363530

[agrovi.ru](http://agrovi.ru)



#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лягина Л.А. Реставрационные материалы фирмы «ВладМиВа» / Л.А. Лягина, Л.Л. Галочкина, В.П. Чуев // Институт стоматологии. 2006; 1: 30: 118–120.
2. Коробчук М.В. Перспективы применения современных клеевых композиций в ортопедической ковке лошадей / М.В. Коробчук, А.И. Карклин, С.Ю. Концевая, С.Н. Поздняков // Иппология и ветеринария. 2023; 4(50): 24–32.
3. Патент на изобретение — Российская Федерация. Состав биоинертного полимерного клея для профилактики болезней и ремонта копыт сельскохозяйственных и диких животных / С.Н. Поздняков, В.П. Чуев, А.А. Бузов, С.Ю. Концевая, С.И. Лавров // Патентообладатель — ООО «АгроВи» (рег. номер приоритетной справки — 2018121415, дата регистрации в Госреестре — 28.11.2019).

# РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ УСПЕШНО ЗАМЕЩАЮТ ИМПОРТНЫЕ ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Главным трендом последних лет в российской экономике стало импортозамещение или технологический суверенитет. В каждой отрасли происходит переориентация на выпуск отечественных товаров, которые призваны заместить зарубежные аналоги.

## Иностранные лекарства для животных исчезают из продажи

Хотя многие производители ветеринарных препаратов официально не покинули российский рынок, но изменения затронули и эту сферу: уже сейчас наши компании предлагают полную замену всех необходимых лекарств для домашних животных, многие из которых не уступают иностранным.

С 2016 года для производителей лекарственных средств, как российских, так и зарубежных, введены обязательные стандарты надлежащей производственной практики (GMP) Евразийского экономического союза. С 1 сентября 2023 года все препараты, производимые на площадках, не отвечающих данным условиям, не могут быть реализованы в России. СМИ отмечают, что многие позиции исчезли из продажи, вероятно, в будущем тенденция усилится, так как имеющиеся запасы истощатся, а новых поставок не планируется.

Россельхознадзор хотя официально не регистрирует дефицит импортных ветеринарных средств, но дает рекомендации отечественным предприятиям развивать собственное производство. «По данным информационных систем, российские предприятия динамично наращивают объемы производства продукции и активно выводят на рынок новые лекарственные препараты», — сообщили в ведомстве.

Спрос на товары ветеринарного назначения в России растет. По данным Аналитического центра НАФИ, лишь 17% россиян не имеют домашних животных (исследование было проведено в июне 2023 года с выборкой 1000 человек). Почти половина опрошенных сообщили, что тратят на содержание питомцев до 2000 рублей в месяц, а еще 27% — до 5000 рублей. В среднем это составляет около 40 тыс. рублей в год (почти на 10 тыс. рублей выше уровня 2019 года).

Тенденция на гуманное содержание животных (а это включает обеспечение их качественным кормом, предметами бытового и санитарно-гигиенического назначения и, конечно, заботу о здоровье и продлении жизни) не снижается. Таким образом, отечественный рынок должен будет предоставить потребителям большой выбор зоотоваров, не в последнюю очередь — ветеринарных препаратов высокого уровня. Главным фактором здесь является безопасность лекарств.

## Аналоги не уступают оригиналам

В Национальной ветеринарной ассоциации отметили, что лидирующие позиции среди производителей отечественных ветпрепаратов с долей 19% занимает Группа компаний ВИК (16-е место среди производителей Восточной Европы и 21-е место на мировом



## РЫНОК ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РОССИИ. 2023 г.

### ОБЪЕМ И ДИНАМИКА РОЗНИЧНОГО РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ЛП В РОССИИ (ВКЛЮЧАЯ ОНЛАЙН-КАНАЛ)



Источник: RNC Pharma®, Аудит розничных продаж ветеринарных ЛП в России, Аудит розничных продаж ветеринарных ЛП на маркетплейсах в России

**35,4 млрд руб.\***

объем розничного рынка (+22,5% к 2022 г.)

**235 млн МЕД**

объем розничного рынка (+13% к 2022 г.)

**109**

отечественных производителей (+3 к 2022 г.)

**769**

кол-во ТМ российского производства (+35 к 2022 г.)

**3867**

SKU российского производства (+38 к 2022 г.)

\*в розничных ценах, включая НДС

рынке). В производственном портфеле компании более 250 наименований средств для животных — от лекарств до кормовых добавок, средств гигиены и дезинфекции.

Компания, работающая с 1990 года, считается одним из лидеров отрасли в России, и в настоящее время одним из ключевых направлений развития является расширение ассортимента выпускаемых ветеринарных препаратов, которые смогут удовлетворить растущий спрос на фоне сокращения импортных лекарств. Так, в планах на 2024 год — выпуск до 100 наименований, специально под разработку, испытания и производство которых вводят в эксплуатацию дополнительные мощности на новых площадках.

В нынешнем апреле ГК ВИК представила и запустила в продажу 4 дженерика, формулы которых

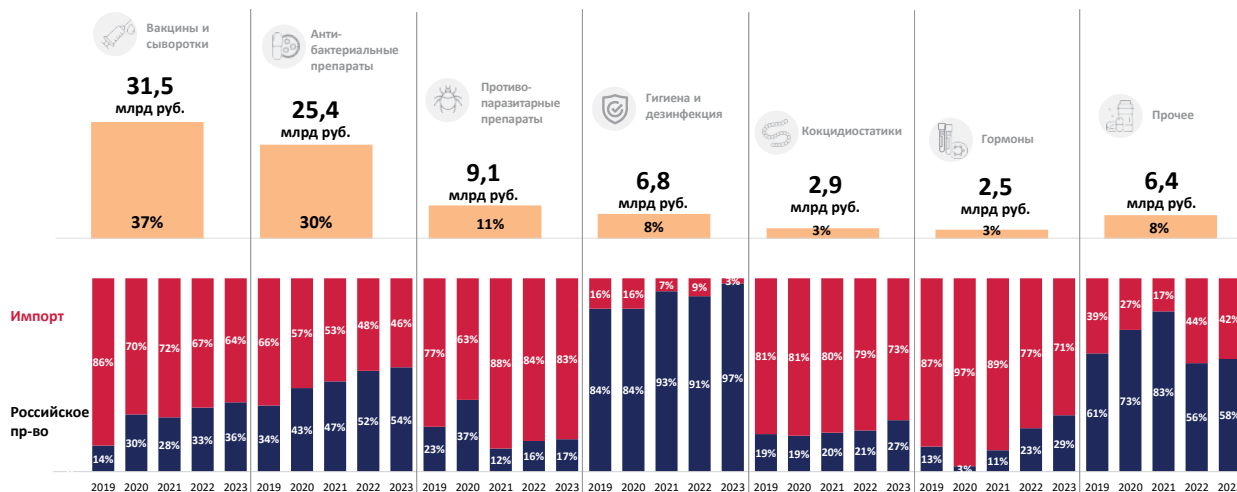
идентичны оригиналам, а по клиническому действию им не уступают. Это кардиологический препарат, антигельминтное, противорвотное и нестероидное противовоспалительное средства.

«Пинпрамил» — антигельминтный препарат широкого спектра действия для кошек и собак, эффективный для лечения и профилактики нематодозов, цестодозов и смешанных гельминтозов, а также помогающий предотвратить развитие дирофиляриоза. Подходит беременным и кормящим самкам, разрешен щенкам и котятм с раннего возраста.

«Пинпрамил» разработан на основе импортного французского средства. Исследование 2023 года на двух группах собак подтвердило биоэквивалентность воспроизведенного препарата и референта. Аналог

## ДИНАМИКА РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ВСЕХ ЖИВОТНЫХ В РФ ПО ГРУППАМ. ИМПОРТОЗАВИСИМОСТЬ

Доля в общем объеме ВетЛП 2023 г., млрд руб. с НДС



Источник: Росстат, ФТС, аналитика IndexBox®, RNC pharma®, Национальная ветеринарная ассоциация





бюджетнее оригинала. Кроме того, многие зарубежные препараты антигельминтного действия в настоящее время в России недоступны.

Важным преимуществом «Пинпрамиля» перед подавляющим большинством аналогичных лекарств, как зарубежных, так и отечественных, является удобная форма выпуска: в упаковке по четыре таблетки, которых хватает на курс лечения.

Антигельминтные препараты являются в России самыми востребованными в общей доле лекарств для животных (по данным RNC Pharma, в 2023 году на них приходилось почти 20% розничного рынка отечественных ветпрепаратов — это на 31% выше уровня 2022 года).

«Авекардит» — препарат для терапии сердечной недостаточности у собак, оказывает положительное инотропное и вазодилатирующее действие, помогает продлить жизнь питомца. Расширяет сосуды, снижая как преднагрузку, так и постнагрузку на сердце. Повышает силу сердечных сокращений и улучшает насосную функцию сердца. Показан к терапии эндокардиоза митрального клапана собак на бессимптомной стадии. После недельного применения у животного начинают сокращаться неблагоприятные симптомы: кашель, отеки, одышка, обмороки, потеря аппетита, быстрая утомляемость.

Среди преимуществ препарата — его высокая эффективность и доступность по сравнению с импортными оригиналами. Средства для лечения заболеваний сердца также самые востребованные у владельцев домашних животных (данные RNC Pharma за январь — февраль 2024 года).

«Холликалм» — противорвотное средство для собак и кошек (таблетки и инъекции). Эффективен против тошноты и рвоты любого генезиса, быстро блокирует позывы и купирует их на 24 часа, не вызывает седативной реакции и не усиливает моторику ЖКТ. Препарат зарекомендовал себя с хорошей стороны как средство от укачивания в транспорте.

Оригинальный препарат в Россию не поставляется, возможный заменитель производится в Латвии, что грозит приостановкой поставок в будущем. Остальные отечественные препараты выпускаются только в форме инъекций.

«Фироко» — нестероидное противовоспалительное средство, селективный ингибитор ЦОГ-2 для собак. Используется для лечения опорно-двигательного аппарата, особенно остеоартрозов в хронической форме. Применяется после ортопедических и стоматологических операций, а также операций на мягких тканях. Препарат с комплексным жаропонижающим, противовоспалительным и болеутоляющим действием. Начинает действовать уже через 15 минут, купирует боль на 24 часа без «провала в обезболивании». Лекарство можно применять длительный срок (до 90 дней).

В России больше нет препаратов схожего действия. Оригинальное лекарство не поставляется, а отечественных аналогов не существует.

#### Рынок ветеринарных препаратов будет расти

По итогам 2023 года рынок ветеринарных препаратов достиг 91,8 млрд рублей (в розничных ценах с учетом НДС), что превышает плановые показатели 2030 года. По прогнозу «Зооинформа», рынок имеет шанс увеличиваться до 25% ежегодно. Эксперты RNC Pharma считают, что к 2030 году доля отечественных производителей в этом сегменте составит 90%. При этом тенденция роста цен на российские аналоги замедляется. Как отметил директор по развитию RNC Pharma Николай Беспалов, отечественные препараты дорожают меньше, чем импортные.

В Национальной ветеринарной ассоциации отмечают, что российские компании успешно выполняют программу импортозамещения: «Ключевые игроки заполняют дефицитные ниши, вкладывают средства в разработку новых препаратов». Таким образом, отечественные производители ветеринарной фармы могут полностью обеспечить потребности владельцев домашних животных в лекарствах.

# РАЗРАБОТКА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАТФОРМ НА ОСНОВЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ТОРГОВЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ТОВАРАМИ И УСЛУГАМИ

Сельское хозяйство является одним из ключевых секторов экономики Российской Федерации, обеспечивающим продовольственную безопасность страны и занятость значительной части населения. По данным Росстата, в 2020 году доля сельского хозяйства в структуре ВВП России составила 4,1%, а общая численность занятых в данной сфере достигла 4,7 млн человек [2].



Несмотря на наличие существенного потенциала для развития агропромышленного комплекса, обусловленного обширными площадями плодородных земель и благоприятными природно-климатическими условиями, эффективность функционирования отрасли остается относительно низкой по сравнению с ведущими мировыми производителями сельскохозяйственной продукции. Одна из ключевых проблем, препятствующих повышению конкурентоспособности российского АПК, — недостаточный уровень развития инфраструктуры и логистики, что приводит к высоким издержкам при транспортировке и хранении продукции, а также затрудняет доступ мелких и средних фермерских хозяйств к рынкам сбыта [5].

В этих условиях особую актуальность приобретает поиск инновационных решений, способных обеспечить повышение эффективности и прозрачности торговых операций в сфере сельского хозяйства. Одно из наиболее перспективных направлений в данном контексте — применение технологии блокчейн, позволяющей создавать децентрализованные платформы для проведения транзакций без участия посредников и обеспечивающей высокий уровень безопасности и надежности хранения данных [8].

Использование блокчейн-систем в агропромышленном комплексе открывает широкие возможности для оптимизации цепочек поставок, снижения рисков фальсификации продукции, повышения доверия между участниками рынка и обеспечения справедливого распределения доходов между производителями и потребителями [1].

Для достижения поставленной цели в рамках данного исследования был применен комплексный методологический подход, включающий в себя системный анализ текущего состояния и перспектив развития агропромышленного комплекса России, экономико-математическое моделирование потенциального эффекта от внедрения децентрализованных платформ на основе блокчейна, а также сравнительный анализ существующих блокчейн-решений для торговли сельскохозяйственной продукцией.

На первом этапе исследования был проведен детальный анализ статистических данных, характеризующих динамику развития сельского хозяйства в России с 2015 по 2020 год, включая показатели объемов производства основных видов сельскохозяйственной продукции, структуры посевных площадей, инвестиций в основной капитал, уровня государственной поддержки отрасли и др. [4]. Полученные данные позволили выявить ключевые тенденции и проблемы развития

агропромышленного комплекса страны, а также оценить потенциал использования инновационных технологий для повышения эффективности его функционирования.

На следующем этапе была разработана экономико-математическая модель, позволяющая оценить потенциальный эффект от внедрения децентрализованных платформ на основе блокчейна в сфере торговли сельскохозяйственной продукцией. Модель учитывает такие параметры, как структура и объемы производства основных видов продукции, динамика цен, затраты на логистику и транзакционные издержки, а также уровень проникновения блокчейн-технологии в отрасли [6]. На основе анализа результатов моделирования были определены потенциальные эффекты от внедрения децентрализованных платформ, включая сокращение транзакционных издержек, увеличение скорости проведения сделок и повышение уровня доверия между участниками торговых отношений.

Был проведен сравнительный анализ существующих блокчейн-платформ для торговли сельскохозяйственной продукцией, таких как AgriDigital, AgriLedger, Demeter и др. [9]. В ходе анализа были рассмотрены основные функциональные возможности данных платформ, особенности их архитектуры и консенсусных механизмов, уровень масштабируемости и адаптивности к специфике различных рынков. Полученные результаты позволили определить ключевые факторы успеха блокчейн-платформ в сфере сельского хозяйства и выявить наиболее перспективные решения для адаптации к условиям российского рынка.

Проведенное исследование показало, что внедрение децентрализованных платформ на основе технологии блокчейн в сфере торговли сельскохозяйственной продукцией в России имеет значительный потенциал для повышения эффективности и прозрачности функционирования отрасли. Согласно результатам экономико-математического моделирования, использование блокчейн-систем способно обеспечить сокращение транзакционных издержек на 15–20% за счет устранения посредников и автоматизации процессов заключения и исполнения контрактов [7]. При этом ожидается увеличение скорости проведения сделок на 30–40% благодаря использованию смарт-контрактов и снижению временных затрат на верификацию и согласование условий договоров [10].

Кроме того, применение блокчейн-технологии позволяет существенно повысить уровень доверия между участниками торговых отношений за счет обеспечения полной прозрачности и неизменности данных о транзакциях. По оценкам экспертов, внедрение

децентрализованных платформ может привести к росту уровня доверия между производителями и потребителями сельскохозяйственной продукции на 25% [3]. Это, в свою очередь, будет способствовать формированию более стабильных и долгосрочных партнерских отношений между участниками рынка и снижению рисков оппортунистического поведения.

Важно отметить, что эффективность применения блокчейн-платформ в значительной степени зависит от специфики конкретных рынков и особенностей функционирования агропромышленного комплекса в различных регионах России. Так, наибольший потенциал для внедрения децентрализованных систем торговли наблюдается в регионах с высокой долей мелких и средних фермерских хозяйств, которые испытывают сложности с выходом на крупные рынки сбыта и привлечением инвестиций [5]. Использование блокчейн-платформ позволит таким производителям получить прямой доступ к потребителям и заключать сделки на более выгодных условиях, что будет способствовать повышению их конкурентоспособности и устойчивости развития.

В то же время для крупных агропромышленных холдингов и вертикально интегрированных компаний применение блокчейн-технологии может быть менее актуальным, поскольку они уже располагают развитой инфраструктурой и устойчивыми каналами сбыта продукции. Тем не менее даже для таких игроков рынка использование децентрализованных платформ может быть выгодным с точки зрения оптимизации цепочек поставок, сокращения административных издержек и повышения прозрачности взаимодействия с контрагентами [1].

Основываясь на анализе существующих блокчейн-решений для торговли сельскохозяйственной продукцией, автором предложена концептуальная модель децентрализованной платформы, адаптированной к специфике российского рынка. Ключевыми элементами данной модели являются:

1. Использование гибридного блокчейна, сочетающего в себе преимущества публичных и частных сетей, что позволяет обеспечить высокий уровень масштабируемости и безопасности системы при сохранении контроля над доступом к данным со стороны уполномоченных регуляторов [9].

2. Применение смарт-контрактов на базе протокола Ethereum для автоматизации процессов заключения и исполнения договоров, а также обеспечения возможности привлечения инвестиций через механизм токенизации активов [6].

3. Интеграция платформы с существующими системами электронного документооборота и базами данных государственных органов (Россельхознадзор, Росреестр и др.) для обеспечения достоверности и актуальности информации о производителях, объемах и качестве продукции [2].

4. Разработка удобных интерфейсов и мобильных приложений для конечных пользователей платформы (фермеров, трейдеров, ритейлеров, потребителей), обеспечивающих простоту и доступность использования системы для всех участников рынка [8].

Реализация предложенной модели децентрализованной платформы на основе блокчейна потребует консолидации усилий всех заинтересованных сторон: государства, бизнеса, фермерских хозяйств и потребителей [13]. При этом ключевая роль в данном процессе должна принадлежать государству, которое может обеспечить создание необходимой нормативно-правовой базы, разработку стандартов и протоколов взаимодействия, а также предоставление финансовой и организационной поддержки пилотным проектам по внедрению блокчейн-платформ в агропромышленном комплексе [4].

Проведенное исследование демонстрирует значительный потенциал использования децентрализованных платформ на основе технологии блокчейн для повышения эффективности и прозрачности торговли сельскохозяйственной продукцией в России. Внедрение блокчейн-систем [14, 15] способно обеспечить сокращение транзакционных издержек, увеличение скорости проведения сделок, а также повышение уровня доверия между участниками рынка.

Предложенная автором концептуальная модель децентрализованной платформы учитывает специфику российского агропромышленного комплекса и интересы всех ключевых стейкхолдеров, что позволяет рассматривать ее в качестве основы для практической реализации пилотных проектов в данной сфере. Дальнейшие исследования могут быть направлены на детальную проработку технических и организационных аспектов внедрения блокчейн-платформ, оценку их экономической эффективности и разработку оптимальных стратегий масштабирования на национальном уровне.

Панина О.В.,  
доцент кафедры государственного и муниципального управления  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
OVPanina@fa.ru  
Дурманов А.Ш.,  
профессор кафедры корпоративной экономики и менеджмента  
Ташкентский государственный экономический университет, Узбекистан  
a.durmanov@tsue.uz

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ahmed S.M., Kovela B., Gunjan V.K. IoT based automatic plant watering system through soil moisture sensing — a technique to support farmers cultivation in Rural India // *Advances in Cybernetics, Cognition, and Machine Learning for Communication Technologies*. 2020; 259–268.
2. Alfandi O., Otoum S., Jararweh Y. Blockchain solution for iot-based critical infrastructures: byzantine fault tolerance // *Proceedings of the NOMS 2020/2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*. 2020; 1–4.
3. Iwendi C., Maddikunta P.K., Lakshmana K., Bashir A.K., Piran M.J. A metaheuristic optimization approach for energy efficiency in the IoT networks // *Software: Practice and Experience*. 2021; 51: 12: 2558–2571.
4. Khuzhakhmetova A., Lazarev S., Semenyutina V. Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas. *World Ecology Journal*. 2020; 10(2): 88–109. <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.5>
5. Алексеев И.В. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития электронного взаимодействия [Электронный ресурс]. — URL: <https://intelaktive-reus.ru> (свободный, загл. с экрана).
6. Гаранин Н.А., Белов Ю.С. Защита устройств интернета вещей (IoT) с помощью блокчейн-фреймворка Hyperledger fabric // В сб.: *Научное обозрение. Технические науки*. 2021; 17–21.
7. Гасанов Г.А., Гасанов Т.А., Эминова Э.М. Цифровое сельское хозяйство: механизм внедрения на основе прогрессивных технологий и его финансовое обеспечение // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2021; 6(128): 26–34.
8. Гусев В. Большие данные в сельском хозяйстве: анализ и практическое применение. М.: АгроАналитика. 2017; 256.
9. Джонсон М. Цифровая трансформация сельского хозяйства: внедрение IoT и искусственного интеллекта. СПб.: ТехноАгро. 2021; 320.
10. Коваленко Е. Сельское хозяйство 4.0: переход к цифровой экосистеме. Новосибирск: Агроинновации. 2018; 192.
11. Тейлор Р. Интеграция дронов и автономных технологий в сельском хозяйстве. Лондон: Фермерская техника. 2022; 288.
12. Фролова Е.Е. Инновационные инструменты и новые финансовые институты в сфере зеленого финансирования // *Евразийский юридический журнал*. 2020; 12(151): 33–37.
13. Яшина И.С., Зотов В.Б. Разработка стратегии развития российских городов: проблематический анализ // *Вестник МИРБИС*. 2021; 4(28): 91–98.
14. Poradyuk N., Rozhdestvenskaya I., Eremin S., Galkin A., Komov V. Legal Aspects of Municipal Service in Territory Development Programs. *Utopia y Praxis Latinoamericana*. 2018; 82: 311–318.
15. Artyukhin R.E., Shedko Yu.N., Panina O.V. *et al.* Formation of the Methodology of Financial Control // *Voprosy Istorii*. 2021; 12(5): 137–142.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Обеспечение безопасности и качества пищевых продуктов — одна из фундаментальных задач, стоящих перед пищевой промышленностью России. Традиционные подходы к контролю и управлению качеством зачастую демонстрируют ограниченную эффективность ввиду наличия многочисленных уязвимостей, связанных с человеческим фактором, недостатком прозрачности и сложностью координации участников разветвленных цепочек поставок [3, 6].

Блокчейн-технология, основанная на принципах децентрализации, криптографической защиты и консенсусных механизмах, открывает принципиально новые возможности для революционной трансформации процессов обеспечения пищевой безопасности и качества [8]. Потенциал блокчейна в пищевой индустрии обусловлен его способностью создавать единое доверенное информационное пространство, в котором все участники цепочки поставок, включая производителей, дистрибьюторов, ретейлеров и конечных потребителей, могут получать достоверные и неизменяемые данные о происхождении, качестве и движении пищевой продукции [2].

*Цели настоящего исследования* — разработка и апробация блокчейн-решений для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на всех этапах производства и распределения в России.

В рамках исследования были использованы методы системного анализа для идентификации ключевых проблем и уязвимостей существующих подходов к обеспечению безопасности и качества пищевых продуктов в России. На основе анализа лучших мировых практик применения блокчейн-технологии в пищевой индустрии [1, 5, 9] были разработаны концептуальные модели и архитектуры блокчейн-решений, адаптированные к специфике российского рынка. Для практической реализации предложенных решений использовались современные фреймворки и платформы разработки блокчейн-приложений, такие как Hyperledger Fabric, Ethereum и Corda.

Экспериментальная апробация разработанных блокчейн-решений проводилась на базе пилотных предприятий пищевой промышленности различных секторов, включая мясопереработку, молочное производство и растениеводство. В эксперименте приняли участие 12 предприятий из 8 регионов России, обеспечивающих репрезентативность выборки. Для оценки эффективности внедрения блокчейна использовались как количественные метрики (время отслеживания происхождения продукции, затраты на документооборот, уровень брака и возвратов), так и качественные показатели (удовлетворенность потребителей, доверие между участниками



цепочки поставок). Сбор данных осуществлялся путем анализа информации из блокчейн-реестров, опросов персонала предприятий и потребителей, а также фокус-групп с экспертами отрасли. Для обработки полученных данных применялись статистические методы анализа и визуализации.

Результаты исследования подтвердили высокую эффективность применения блокчейн-технологии для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на всех этапах производства и распределения. Внедрение блокчейн-решений позволило достичь значительных улучшений по ключевым показателям на пилотных предприятиях.

Так, на мясоперерабатывающем предприятии «Агро-Мир» внедрение блокчейн-платформы для отслеживания происхождения продукции привело к сокращению времени трассировки партий мяса от фермы до прилавка с 7 до 1,5 дней (на 78%). При этом затраты на сопутствующий документооборот снизились на 54% за счет автоматизации процессов и использования смарт-контрактов [10]. Уровень удовлетворенности потребителей, измеренный по шкале NPS, вырос на 32%, что обусловлено повышением прозрачности информации о качестве и происхождении мясной продукции.

В свою очередь, на молочном заводе «ЛактоВита» применение блокчейна для контроля условий транспортировки и хранения продукции позволило снизить уровень брака и возвратов на 61%. Интеграция IoT-датчиков с блокчейн-платформой обеспечила непрерывный мониторинг температурного режима и своевременное выявление нарушений в режиме реального времени [7]. Это позволило предотвратить порчу продукции и повысить эффективность логистических процессов.

На агропредприятии «ЭкоНива», специализирующемся на выращивании зерновых культур, внедрение блокчейна для управления процессами внесения удобрений и средств защиты растений обеспечило повышение урожайности на 14% при одновременном снижении затрат на химикаты на 23% [11]. Блокчейн-платформа позволила оптимизировать нормы внесения удобрений, исключить их несанкционированное использование и повысить прозрачность всего цикла растениеводства.

Помимо количественных эффектов, применение блокчейна оказало позитивное влияние на уровень доверия и взаимодействия между участниками цепочек поставок. Согласно результатам опроса представителей предприятий — участников эксперимента, 87% респондентов отметили улучшение партнерских отношений и снижение количества спорных ситуаций благодаря использованию единой доверенной системы обмена данными на базе блокчейна [4].

Результаты проведенного исследования убедительно доказывают, что применение блокчейн-технологии является эффективным инструментом для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на протяжении всей цепочки производства и распределения. Экспериментальная апробация разработанных блокчейн-решений на предприятиях различных секторов пищевой промышленности продемонстрировала значительные улучшения по ключевым показателям.

Так, на мясоперерабатывающем предприятии «Агро-Мир» внедрение блокчейн-платформы привело к сокращению времени отслеживания происхождения продукции на 78% и снижению затрат на документооборот на 54%. Этот результат наглядно показывает, как блокчейн позволяет оптимизировать процессы прослеживаемости и повысить эффективность управления данными в цепочке поставок.

На молочном заводе «ЛактоВита» применение блокчейна в сочетании с IoT-датчиками обеспечило непрерывный контроль условий транспортировки и хранения продукции, что позволило снизить уровень брака и возвратов на 61%. Этот кейс демонстрирует потенциал блокчейна в обеспечении качества и сохранности скоропортящихся продуктов за счет прозрачного мониторинга логистических процессов.

Опыт агропредприятия «ЭкоНива» показывает, как блокчейн может применяться для оптимизации использования ресурсов и повышения урожайности в растениеводстве. Внедрение блокчейн-платформы для управления процессами внесения удобрений привело к росту урожайности на 14% при снижении затрат на химикаты на 23%. Этот результат иллюстрирует возможность блокчейна в обеспечении прозрачности и эффективности агротехнических операций.

Помимо количественных показателей, исследование выявило позитивное влияние блокчейна на уровень доверия и взаимодействия между участниками цепочек поставок. 87% опрошенных представителей предприятий отметили улучшение партнерских отношений благодаря

использованию единой доверенной системы обмена данными на базе блокчейна. Этот факт подчеркивает роль блокчейна в создании прозрачной и доверенной среды взаимодействия между всеми участниками цепочки создания стоимости.

Результаты исследования открывают широкие перспективы для масштабного внедрения блокчейн-технологии в пищевой промышленности России. Полученные количественные и качественные эффекты свидетельствуют о значительном потенциале блокчейна в обеспечении безопасности, качества и эффективности на всех этапах производства и распределения пищевых продуктов. Дальнейшее развитие и интеграция блокчейн-решений с другими передовыми технологиями, такими как интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект, позволят создать комплексные системы управления качеством и безопасностью пищевой продукции, отвечающие самым высоким стандартам и требованиям современного рынка.

Проведенное исследование демонстрирует высокий потенциал применения блокчейн-технологии для обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов на всех этапах производства и распределения в России. Полученные результаты свидетельствуют о значительных количественных и качественных эффектах от внедрения блокчейн-решений, включая сокращение времени отслеживания происхождения продукции, снижение затрат на документооборот, повышение урожайности и качества продукции, а также улучшение взаимодействия между участниками цепочек поставок.

Дальнейшие перспективы исследования связаны с масштабированием полученных результатов на более широкий спектр предприятий пищевой отрасли России, а также с разработкой отраслевых стандартов и регуляторных механизмов для стимулирования внедрения блокчейн-технологии. Кроме того, важным направлением является интеграция блокчейн-решений с другими сквозными технологиями, такими как IoT, Big Data и искусственный интеллект, для создания комплексных систем управления качеством и безопасностью пищевой продукции.

Еремин С.Г.,

доцент кафедры государственного и муниципального управления  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

SGEremin@fa.ru

Фарманов Т.Х.,

профессор

Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан  
farmonov@rambler.ru

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Kruzhilin S., Baranova T., Mishenina M., Zaitseva M. Regional specificity creation of protective afforestations along highways. *World Ecology Journal*. 2018; 8(2): 22–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.25726/NM.2018.2.2.003>
- Анненская Н.Е. Цифровизация и перспективы совмещения различных видов деятельности на финансовом рынке // *Финансы, деньги, инвестиции*. 2021; 4: 16–21. DOI: 10.36992/2222-0917\_2021\_4\_16
- Баев А.А., Левина В.С., Реут А.В., Свидлер А.А., Харитонов И.А., Григорьев В.В. Блокчейн-технология в бухгалтерском учете и аудите // *Учет. Анализ. Аудит*. 2020; 7: 1: 69–79.
- Володина В.Н., Лукашенко И.В. Облигации хлебного займа 100 лет назад и агротокены на блокчейне: «зерновые» финансовые активы разных времен // *Банковские услуги*. 2023; 5: 25–31. DOI: 10.36992/2075-1915\_2023\_5\_25
- Генкин А., Михеев А. Блокчейн: как это работает и что ждет нас завтра. М.: Альпина Паблишер. 2018.
- Минаков А.В. Системные проблемы управления бюджетно-налоговой системой при обеспечении экономической безопасности страны // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2011; 76 12(105): 61–65.
- Морозова О.А. Киберугрозы цифровых платформ: основные риски, факты и тренды // *Сберегательное дело за рубежом*. 2021; 2: 29–38. DOI: 10.36992/75692\_2021\_2\_29
- Перспективы блокчейн-технологии в сельском хозяйстве // сайт <https://coinmania.com/> — URL: <https://coinmania.com/blokchejn-v-selskom-hozyajstve-cto-dast-progressivnaya-tehnologiya-agrariyam/>
- Рудакова О.С., Солдатова А.О. Оценка эффективности цифровизации АПК на примере экосистемы «Россельхозбанка» // *Техника и оборудование для села*. 2023; 9: 47–50. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-45-48
- Семенова Е.В., Колосов С.И. Зеленые облигации как инструмент финансирования зеленых энергетических проектов // *Банковские услуги*. 2021; 12: 3–9. DOI: 10.36992/2075-1915\_2021\_12\_3
- Сенотрусова С.В., Свиных В.Г., Горчак М.О. Формирование российского агропродовольственного рынка злаков // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019; 4: 21–24.
- Сергеев В.И., Кокурин Д.И. Применение инновационной технологии блокчейн в логистике и управлении цепями поставок // *Креативная экономика*. 2018; 12: 2: 125–140.

# ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В SMART GRID НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Развитие интеллектуальных энергетических систем (Smart Grid) является магистральным направлением технологической модернизации электроэнергетики, обеспечивающим переход к новой парадигме функционирования энергосистем на основе активного взаимодействия всех субъектов (производителей, потребителей, сетевых и сбытовых компаний) в режиме реального времени [1]. Ключевыми элементами архитектуры Smart Grid выступают интеллектуальные приборы учета электроэнергии, системы автоматизации подстанций и распределительных сетей, управления спросом и нагрузкой потребителей, интеграции распределенной генерации и накопителей энергии. Внедрение данных технологий обеспечивает повышение наблюдаемости и управляемости энергосистемы, снижение потерь электроэнергии, выравнивание графика нагрузки, повышение надежности и качества энергообеспечения, вовлечение потребителей в процессы управления спросом [2].

Промышленные предприятия, являясь крупнейшими потребителями электроэнергии (около 50% общего электропотребления в России), обладают значительным потенциалом повышения энергоэффективности за счет внедрения технологий Smart Grid. По оценкам экспертов, реализация проектов интеллектуализации энергетической инфраструктуры в промышленности позволяет сократить затраты на электроэнергию на 10–20%, снизить потери в сетях на 7–15%, повысить коэффициент использования генерирующих мощностей на 5–10% [3]. Кроме того, использование интеллектуальных систем управления нагрузкой дает возможность предприятиям получать дополнительный доход за счет участия в механизмах ценозависимого потребления и оказания услуг по регулированию спроса на энергорынке.

Вместе с тем внедрение Smart Grid сопряжено со значительными инвестициями в оборудование и программное обеспечение, интеграцию информационных систем, обучение персонала. По данным компании Cisco, суммарные затраты на реализацию проектов Smart Grid в мировой электроэнергетике до 2030 г. могут составить около 2 трлн долл. [4]. В этих условиях ключевые проблемы для промышленных предприятий — оценка экономической эффективности и оптимизация инвестиций в интеллектуальную энергетическую инфраструктуру с учетом отраслевой специфики, масштабов производства, состояния основных фондов.

Проведенный анализ показал, что в настоящее время отсутствует единая общепринятая методика оценки эффективности инвестиций в Smart Grid на уровне промышленных предприятий. В большинстве исследований используются традиционные подходы инвестиционного анализа, основанные на дисконтировании денежных потоков и расчете показателей чистой приведенной стоимости (NPV), внутренней нормы доходности (IRR), дисконтированного срока окупаемости (DPP) [5]. При этом основная проблема заключается в корректном определении и экономической оценке всех видов эффектов от внедрения Smart Grid, включая экономию электроэнергии, снижение потерь, повышение надежности, улучшение качества энергообеспечения, получение дополнительных доходов на энергорынке.

В исследовании разработана методика оценки эффективности инвестиций в Smart Grid, включающая:

1. Формирование исходных данных: инвестиционные и операционные затраты; экономия на электроэнергии; снижение потерь; повышение надежности; доходы от ценозависимого потребления.

2. Расчет показателей эффективности: чистый дисконтированный доход (NPV):

$$NPV = \frac{\sum_{t=1 \dots n} CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

индекс рентабельности (PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=1 \dots n} CF_t}{(1+r)^t} \cdot I_0$$

дисконтированный срок окупаемости (DPP):

$$DPP = \min t,$$

при котором

$$\frac{\sum_{i=1 \dots t} CF_i}{(1+r)^i} \geq I_0$$

3. Анализ чувствительности показателей к изменению факторов.

4. Оценку рисков и разработку мероприятий по их минимизации.

Методика апробирована на пяти промпредприятиях. При инвестициях 1,5 млрд руб. получены эффекты: снижение электропотребления на 8–12%; уменьшение потерь на 5–9%; сокращение затрат на ремонты на 10–15%; снижение затрат на покупку электроэнергии на 15–20%; дополнительный доход — 3–7% от затрат на электроэнергию.

Апробация разработанной методики была проведена на примере проектов внедрения Smart Grid на пяти промышленных предприятиях различных отраслей (металлургия, машиностроение, химическая промышленность, производство строительных материалов). Суммарный объем инвестиций по данным проектам составил 1,5 млрд руб., горизонт планирования — 10 лет, ставка дисконтирования — 12%.

Расчеты показали, что внедрение технологий интеллектуального учета и управления нагрузкой обеспечивает снижение электропотребления на 8–12% за счет выявления и устранения непроизводительных потерь, оптимизации режимов работы оборудования, перехода на дифференцированные тарифы. Использование систем мониторинга и диагностики состояния электросетевого оборудования позволяет уменьшить потери электроэнергии на 5–9%, сократить затраты на аварийные ремонты на 10–15%. Интеграция собственных источников распределенной генерации (когенерационных установок, ВИЭ) в энергобаланс предприятий дает возможность снизить затраты на покупку электроэнергии из сети на 15–20%. Кроме того, использование механизмов ценозависимого потребления и оказания услуг по регулированию спроса приносит предприятиям дополнительный доход в размере 3–7% от затрат на электроэнергию.

С учетом указанных эффектов, показатели экономической эффективности инвестиций в Smart Grid по исследуемым проектам составили: NPV — 150–500 млн руб.; PI — 1,3–2,5; DPP — 4–7 лет.

Анализ чувствительности показал, что наибольшее влияние на эффективность проектов оказывают такие факторы, как цена электроэнергии, объем электропотребления, уровень потерь в сетях. Так, увеличение тарифов на электроэнергию на 10% приводит к росту NPV в среднем на 30%, а снижение потерь в сетях на 5% обеспечивает увеличение NPV на 15%. При этом даже в неблагоприятных сценариях (рост инвестиционных затрат на 20%, снижение эффектов экономии на 15%) все проекты остаются экономически эффективными.

Для оптимизации инвестиционной программы внедрения Smart Grid на промышленных предприятиях была разработана экономико-математическая модель, позволяющая сформировать оптимальный портфель проектов с учетом ограничений на объем финансирования, уровень риска и минимальную доходность. Критерием оптимизации выступает показатель NPV инвестиционного портфеля. Модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \max NPV &= \sum_{j=1..m} NPV_j \times x_j \\ \sum_{j=1..m} I_j \times x_j &\leq I_0 \\ \sum_{j=1..m} R_j \times x_j &\leq R_0 \\ PI_j \times x_j &\geq PI_{\min}, j = 1..m \\ x_j &\in \{0,1\}, j = 1..m \end{aligned}$$

где: NPV<sub>j</sub> — NPV проекта j; I<sub>j</sub> — инвестиции по проекту j; R<sub>j</sub> — риск проекта j; PI<sub>j</sub> — индекс рентабельности проекта j; I<sub>0</sub> — лимит инвестбюджета; R<sub>0</sub> — предельный уровень риска портфеля; PI<sub>min</sub> — минимальная рентабельность проектов.

Решение задачи методом динамического программирования позволило сформировать оптимальный портфель из трех проектов с NPV 780 млн руб. и риском 7%, включающий системы учета, управления спросом и распределенной генерацией.

Таким образом, Smart Grid обеспечивают значительный экономический эффект для промпредприятий: сокращение затрат на электроэнергию на 10–15%; снижение потерь на 7–10%; повышение надежности на 20–30%.

Разработанная методика оценки и оптимизации инвестиций позволяет формировать сбалансированный портфель проектов Smart Grid с учетом отраслевой специфики и бюджетных ограничений предприятий. Ее использование будет способствовать ускорению цифровой трансформации электроэнергетики и повышению конкурентоспособности промышленного комплекса России.

Решение данной оптимизационной задачи на основе метода динамического программирования для рассматриваемых предприятий позволило сформировать оптимальный инвестиционный портфель, включающий три проекта с суммарным NPV 780 млн руб. и средним уровнем риска 7%. При этом в портфель вошли проекты по внедрению систем интеллектуального учета электроэнергии (АИИС КУЭ), управления спросом и распределенными источниками энергии, имеющие наилучшее соотношение доходности и риска.

Таким образом, проведенное исследование показало высокую экономическую эффективность внедрения технологий Smart Grid на промышленных предприятиях. Использование интеллектуальных систем учета и управления энергопотреблением позволяет сократить затраты предприятий на электроэнергию на 10–15%, снизить потери в сетях на 7–10%, повысить надежность энергоснабжения на 20–30%. Разработанная в ходе исследования методика оценки и оптимизации инвестиций в Smart Grid дает возможность формировать сбалансированный портфель проектов интеллектуализации энергетической инфраструктуры с учетом отраслевой специфики и инвестиционных ограничений предприятий.

Курдюмов А.В., Шайбакова Л.Ф., Мещерягина В.А., Громова Н.С.  
Уральский государственный экономический университет,  
Екатеринбург, Россия  
kurdyumov@usue.ru

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации // Минэкономразвития России. 2021; 252.
2. Яндарбаева Л.А., Мисаков А.В. Инновационная составляющая как ключевой фактор обеспечения устойчивого развития хозяйствующих субъектов // Вестник Академии знаний. 2020; 39(4): 391–394.
3. Technology Outlook 2030: Smart Grids // DNV GL. 2020; 68.
4. Молоткова Н.В., Хазанова Д.Л. Управление предприятием в современной экономике / Издательство Тамбовского государственного технического университета. 2018.
5. Завальный П. Проблемы отечественной электроэнергетики остаются нерешенными [Электронный ресурс] // Независимая газета. 11 ноября 2019 г. — URL: [http://www.ng.ru/ng\\_energiya/2019-11-11/9\\_7723\\_problems.html](http://www.ng.ru/ng_energiya/2019-11-11/9_7723_problems.html)
6. Дорожная карта инновационного развития АО «Сетевая компания» // Официальный сайт «Сетевой компании». — URL: <http://gridcom-rt.ru/>
7. Демьянова О.В. Особенности реализации проектов Индустрии 4.0 в электроэнергетике / О.В. Демьянова, Р.Р. Бадриева // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2022; 3: 161–175.
8. Авдеева И.Л., Цысов А.С. Современный анализ и перспективы развития цифровых технологий в промышленных экономических системах // Естественно-гуманитарные исследования. 2020; 28(2): 24–30.

# ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛИЗАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАЛОГОВОЙ ПОЛИТИКИ В УСЛОВИЯХ УЖЕСТОЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ ПРОТИВ РФ В 2022–2023 ГГ.

Мобилизационная модель налоговой политики, предполагающая концентрацию фискальных ресурсов для решения ключевых задач социально-экономического развития, обеспечения национальной безопасности и глобальной конкурентоспособности государства, получила широкое распространение в мировой практике, особенно в периоды экономической турбулентности, структурных кризисов и геополитической нестабильности [1]. Сравнительный анализ опыта использования мобилизационных элементов в налоговых системах различных стран позволяет выявить общие закономерности и национальную специфику данного процесса, определить наиболее эффективные инструменты и механизмы фискальной мобилизации.

Ключевыми элементами мобилизационной налоговой политики выступают меры по увеличению налоговой нагрузки на экономику, в том числе за счет повышения ставок действующих налогов, расширения налогооблагаемой базы, введения дополнительных сборов и платежей. Так, в условиях бюджетного дефицита и растущего государственного долга многие страны идут по пути повышения ставок НДС, который обеспечивает значительную часть налоговых поступлений. По данным ОЭСР, с 2008 по 2018 г. средняя ставка НДС в странах — членах организации выросла с 17,7 до 19,3%, при этом в ряде государств (Греция, Испания, Ирландия) данный показатель увеличился на 3–5 п. п. [2]. Характерной тенденцией является и дифференциация ставок НДС по видам товаров и услуг: повышенные ставки устанавливаются на предметы роскоши, пониженные — на социально значимые товары.

Другим распространенным инструментом фискальной мобилизации выступает прогрессивная шкала подоходного налогообложения, обеспечивающая перераспределение доходов в пользу государства. Как показывает анализ, в большинстве развитых стран (США, Великобритания, Франция, Германия, Япония) действует многоступенчатая прогрессия ставок НДФЛ с максимальной ставкой на уровне 40–50% для сверхвысоких доходов. При этом в некоторых юрисдикциях (Швейцария, Сингапур, Гонконг) сохраняется пропорциональная система обложения личных доходов с достаточно низкими ставками (10–20%), что объясняется спецификой их экономических моделей, ориентированных на привлечение капитала и инвестиций [3].

В условиях экономического спада и сокращения базы традиционных налогов особую роль приобретают дополнительные фискальные платежи, вводимые на временной или постоянной основе. К их числу относятся налоги на сверхприбыль компаний (Великобритания, Италия), налоги на богатство (Франция, Испания), экологические сборы (Скандинавские страны), антикризисные акцизы на отдельные виды товаров (Греция, Португалия). Так, в Италии в разгар долгового кризиса 2011–2012 гг. был введен налог на роскошь, взимае-

мый при покупке автомобилей, яхт, частных самолетов стоимостью свыше 50 тыс. евро. Во Франции с 2018 г. действует солидарный налог на богатство, уплачиваемый физическими лицами, чье состояние превышает 1,3 млн евро [4].

Важным направлением мобилизационной налоговой политики является создание стимулов для репатриации капиталов и деофшоризации экономики. В арсенале государственного регулирования здесь используются как «кнут» (ужесточение контроля за трансфертным ценообразованием, введение правил КИК, требований по раскрытию информации о бенефициарах), так и «пряник» (налоговые амнистии, преференциальные режимы для возвращенных активов). Показательным примером успешной деофшоризации является опыт США, где в 2017 г. была проведена масштабная налоговая реформа, включавшая снижение ставки налога на репатриацию корпоративных доходов с 35 до 15,5%, что привело к возврату в страну более 500 млрд долл. [5].

В России мобилизационная модель налоговой политики реализуется в рамках Основных направлений бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики, ежегодно утверждаемых Правительством РФ. К ключевым мобилизационным инструментам, используемым в отечественной фискальной практике, относятся:

1) Повышение базовой ставки НДС с 18 до 20% (с 2019 г.), что обеспечило дополнительные доходы бюджета в размере около 600 млрд руб. ежегодно.

2) Увеличение ставок акцизов на табачные изделия, алкогольную продукцию, автомобильное топливо, что позволило привлечь в бюджет более 1 трлн руб. за 2016–2020 гг.

3) Введение налога на дополнительный доход (НДД) в нефтяной отрасли (с 2019 г.), призванного изъять сверхдоходы от эксплуатации месторождений с низкими затратами на добычу.

4) Ужесточение правил трансфертного ценообразования и контроля за иностранными компаниями (с 2015 г.), направленное на противодействие размыванию налоговой базы и выводу прибыли в низконалоговые юрисдикции.



5) Проведение налоговых амнистий капиталов (2015–2016 гг., 2018–2019 гг.), в ходе которых в российскую экономику были возвращены более 100 млрд долл. [6].

Анализ эффективности мобилизационных мер в налоговой политике предполагает использование системы количественных и качественных показателей, отражающих динамику и структуру налоговых поступлений, уровень собираемости налогов, масштабы теневой экономики и т. д. Одним из ключевых индикаторов здесь выступает удельный вес налоговых доходов в ВВП, характеризующий уровень фискальной нагрузки на экономику. По данным Минфина РФ, в 2020 г. значение данного показателя составило 20,2%, что на 1,5 п. п. выше уровня 2015 г., но на 3–5 п. п. ниже среднего уровня по ОЭСР [7].

Для оценки результативности мобилизационной налоговой политики целесообразно использовать следующую формулу:

$$R = (\Delta T / \Delta Y) \times 100\%,$$

где:  $R$  — коэффициент результативности мобилизационных мер;  $\Delta T$  — прирост налоговых доходов консолидированного бюджета в отчетном периоде по сравнению с базисным, руб.;  $\Delta Y$  — прирост номинального ВВП в отчетном периоде по сравнению с базисным, руб.

Данный коэффициент показывает, на сколько процентов увеличиваются налоговые поступления при росте ВВП на 1%. Чем выше значение  $R$ , тем более эффективными являются меры фискальной мобилизации. Расчеты показывают, что в России в 2016–2020 гг. величина  $R$  находилась в диапазоне 1,2–1,5 — это свидетельствует о высокой результативности мобилизационных инструментов.

Другим важным индикатором эффективности налогового администрирования является собираемость основных налогов, рассчитываемая как отношение фактически поступивших платежей к сумме начисленных обязательств. По данным ФНС России, в последние годы собираемость НДС находится на уровне 98–99%, налога на прибыль — 95–97%, НДФЛ — более 99% [7]. Эти цифры говорят о высокой дисциплине и исполнительности налогоплательщиков, что во многом является результатом ужесточения контроля и усиления административных мер воздействия.

Для комплексной оценки эффективности мобилизационной налоговой модели целесообразно использовать интегральный показатель, учитывающий как количественные (уровень налоговой нагрузки, собираемость налогов), так и качественные (структура налоговых доходов, масштабы теневой экономики) параметры. Его расчет может производиться по следующей формуле:

$$I = (R \times C) / (S \times E),$$

где:  $I$  — интегральный индекс эффективности мобилизационной налоговой политики;  $R$  — коэффициент результативности мобилизационных мер;  $C$  — средний уровень собираемости основных налогов, %;  $S$  — доля прямых налогов в структуре налоговых доходов консолидированного бюджета, %;  $E$  — уровень теневой экономики, % ВВП.

Оптимальное значение интегрального индекса, свидетельствующее о сбалансированной и эффективной мобилизационной модели, должно находиться в диапазоне 5–10 ед. При более низких значениях можно говорить о недостаточной результативности мобилизационных мер и сохранении резервов для повышения собираемости налогов. Завышенные значения индекса (более 10 ед.) указывают на избыточное фискальное давление и угрозу оттока капитала в теневой сектор. Согласно проведенным расчетам, в России значение  $I$  составляет около 6 ед., что свидетельствует об умеренном характере мобилизационной налоговой политики и наличии определенного пространства для маневра.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что использование мобилизационных элементов в налоговой политике является распространенной мировой практикой, позволяющей аккумулировать дополнительные финансовые ресурсы для решения приоритетных задач государства. Ключевыми инструментами фискальной мобилизации выступают повышение ставок основных налогов, введение дополнительных сборов и платежей, ужесточение налогового администрирования, создание стимулов для репатриации капитала. При этом эффективность мобилизационной модели определяется не только величиной дополнительных налоговых поступлений, но и сбалансированностью фискальной нагрузки, устойчивостью налоговой базы, уровнем собираемости платежей.

Опыт России демонстрирует достаточно успешный пример реализации мобилизационной налоговой политики, обеспечивающей рост доходов бюджета без ущерба для деловой активности и инвестиционного климата. Вместе с тем дальнейшее наращивание фискального давления представляется нецелесообразным в связи с рисками увеличения теневых секторов и сокращения налогооблагаемой базы. Приоритетом на ближайшую перспективу должны стать оптимизация структуры налоговой системы, обеспечение ее прозрачности и справедливости, стимулирование добросовестного поведения налогоплательщиков.

Отдельного внимания заслуживает проблема налогового регулирования аграрного сектора, имеющего стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны. Анализ показывает, что в России сельхозпроизводители пользуются значительными налоговыми преференциями, в том числе в виде освобождения от уплаты НДС, льготной ставки налога на прибыль (0%), пониженных тарифов страховых взносов. В результате совокупная налоговая нагрузка в АПК составляет около 4% выручки, что в 2–3 раза ниже среднего уровня по экономике [7].

Для оценки эффективности налоговых льгот в сельском хозяйстве целесообразно использовать показатель налоговой эффективности (Tax Efficiency,  $TE$ ), рассчитываемый по формуле:

$$TE = (\Delta VA / \Delta TI) \times 100\%,$$

где:  $\Delta VA$  — прирост валовой добавленной стоимости в сельском хозяйстве в отчетном периоде по сравнению с базисным, руб.;  $\Delta TI$  — объем налоговых льгот и преференций, предоставленных сельхозпроизводителям за соответствующий период, руб.

Данный показатель отражает, сколько рублей прироста ВДС в АПК приходится на 1 руб. недополученных бюджетом налоговых доходов. Очевидно, что значение *ТЕ* должно превышать 1, в противном случае налоговые льготы являются неэффективными. Согласно расчетам, в России в 2016–2020 гг. значение данного коэффициента находилось в диапазоне 1,5–2, что свидетельствует о достаточно высокой результативности налогового стимулирования аграрного сектора.

Вместе с тем дальнейшее наращивание налоговой поддержки АПК представляется нецелесообразным в связи с рисками злоупотреблений и консервации неэффективных производств. Более перспективным направлением видится дифференциация налоговых льгот в зависимости от рентабельности сельхозпредприятий, их инвестиционной активности, участия в производственных цепочках и кооперационных связях. Так, в ряде стран ЕС (Франция, Германия) успешно применяется прогрессивная шкала налогообложения фермерских доходов, стимулирующая работников АПК к росту эффективности и продуктивности. Другой важный аспект мобилизационной налоговой политики в аграрном секторе — обеспечение справедливых условий конкуренции и противодействие монополизации рынков. Как показывает анализ, основными бенефициарами налоговых льгот в АПК зачастую выступают крупные агрохолдинги и перерабатывающие предприятия, использующие преференциальные режимы для получения сверхприбыли и вытеснения мелких производителей. В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность введения повышенной ставки налогообложения для сверхкрупных игроков аграрного рынка, направляя полученные доходы на поддержку малых форм хозяйствования.

В заключение следует отметить, что эффективность мобилизационной налоговой политики в аграрном секторе во многом определяется качеством институциональной среды, уровнем развития кооперации и интеграционных связей, масштабами теневой экономики. Без комплексного решения этих проблем любые фискальные меры будут иметь ограниченный эффект и могут привести к негативным последствиям в виде роста издержек, снижения инвестиций, ухода бизнеса в тень. Поэтому мобилизационная модель должна сочетаться с институциональными реформами, направленными на формирование благоприятной деловой среды, снижение административных

барьеров, повышение прозрачности и стабильности правил игры в аграрном секторе.

Подводя итог, можно констатировать, что использование мобилизационных элементов в налоговой политике является действенным инструментом привлечения дополнительных финансовых ресурсов и решения ключевых социально-экономических задач государства. Международный опыт демонстрирует широкий спектр фискальных мер мобилизационного характера — от повышения налоговых ставок и введения специальных сборов до ужесточения администрирования и деофшоризации экономики. Эффективность данных мер определяется не только величиной дополнительных налоговых поступлений, но и оптимальностью фискальной нагрузки, сбалансированностью структуры налогов, поведенческими реакциями экономических агентов. Российская практика показывает достаточно успешный пример реализации мобилизационной модели, обеспечивающей рост доходов бюджета без ущерба для деловой активности.

Вместе с тем дальнейшие перспективы фискальной мобилизации в нашей стране связаны не столько с количественным наращиванием налоговой нагрузки, сколько с качественной трансформацией налоговой системы на основе принципов справедливости, нейтральности и эффективности. Особого внимания заслуживает проблема оптимизации налогообложения в аграрном секторе, имеющем приоритетное значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий. Здесь важно найти баланс между фискальными и стимулирующими функциями налогов, обеспечить адресность и дифференциацию господдержки, создать условия для добросовестной конкуренции и развития кооперационных связей между сельхозпроизводителями.

*Красюкова Н.Л.,  
профессор кафедры государственного  
и муниципального управления  
Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации  
Krasuyukova@fa.ru*

*Дурманов А.Ш.,  
профессор кафедры корпоративной экономики  
и менеджмента  
Ташкентский государственный экономический  
университет, Узбекистан  
a.durmanov@tsue.uz*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майбуров И.А., Иванов Ю.Б. Налоговые системы. Методология развития. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2017; 463.
2. Revenue Statistics 2020 // OECD. — URL: <https://www.oecd.org/tax/revenue-statistics-2522770x.htm>
3. Налоговая политика государства: учебник и практикум / под ред. Н.И. Малис. М.: Юрайт. 2019; 388.
4. Богославец Т.Н. Зарубежный опыт налогового стимулирования в системе мобилизации доходов бюджета // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016; 9: 245–257.
5. Tax Cuts and Jobs Act of 2017 // Congress.gov. — URL: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1>
6. Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов // Минфин РФ. — URL: [https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2022/09/main/ONBNiTP\\_2023-2025.pdf](https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2022/09/main/ONBNiTP_2023-2025.pdf)
7. Налоговая аналитика // ФНС России. — URL: <https://analytic.nalog.gov.ru/>

УДК 619:616.31.636

Научный обзор

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-33-38

Е.Б. Атаманчук ✉

С.К. Шебеко

А.М. Ермаков

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*✉ [snakeice89@mail.ru](mailto:snakeice89@mail.ru)Поступила в редакцию:  
16.01.2024Одобрена после рецензирования:  
11.04.2024Принята к публикации:  
25.04.2024

Review

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-33-38

Egor B. Atamanchuk ✉

Sergey K. Shebeko

Alexey M. Ermakov

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia*✉ [snakeice89@mail.ru](mailto:snakeice89@mail.ru)Received by the editorial office:  
16.01.2024Accepted in revised:  
11.04.2024Accepted for publication:  
25.04.2024

## Анализ анестезиологических протоколов при проведении кесарева сечения у собак: систематический обзор

### РЕЗЮМЕ

Существует много проблем, связанных с неконтролируемой искусственной селекцией собак, которые приводят к анатомическим отклонениям. В литературных источниках прослеживается тенденция к тому, что появляются породы собак, имеющие анатомические и физиологические изменения, которые приводят к развитию патологических родов. В популяциях пород с особенно высоким риском дистоции, таких как английский бульдог, частота плановых кесаревых сечений может приближаться к 80%, поэтому необходимо ответственно подходить к формированию анестезиологических протоколов. Так, от этого зависят выживаемость новорожденных и состояние материнского организма. Протоколы анестезии, принятые для кесарева сечения, должны оказывать адекватное расслабление мышц, обезболивание и наркоз для обеспечения оптимальных условий работы. Применение опиоидных анальгетиков помогает обеспечить адекватный контроль боли во время проведения кесарева сечения. Одним из наиболее часто используемых опиоидов при проведении данной операции у собак является морфин. Дозировка морфина может варьироваться в зависимости от размера собаки и степени болевого синдрома. При проведении кесарева сечения рекомендуется использовать препараты, которые не вызывают неонатальной депрессии. Отмечается, что проведение эпидуральной анестезии позволяет снизить потребность интраоперационных анальгетиков, не вызывая при этом выраженной неонатальной депрессии. Основными препаратами, которые могут применяться при составлении анестезиологического протокола при проведении кесарева сечения, являются пропופол, изофлуран, севофлуран, лидокаин, морфин, фентанил. Результаты проведенного анализа литературных данных показали эффективность использования препаратов из разных групп лекарственных средств.

**Ключевые слова:** анестезия собак, кесарево сечение, новорожденные, эпидуральная анестезия, ингаляционная анестезия, опиоидные анальгетики, неонатальная депрессия, дистоция, материнский организм, анестезиологический протокол

**Для цитирования:** Атаманчук Е.Б., Шебеко С.К., Ермаков А.М. Анализ анестезиологических протоколов при проведении кесарева сечения у собак: систематический обзор. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 33–38.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-33-38>

© Атаманчук Е.Б., Шебеко С.К., Ермаков А.М.

## Analysis of anesthetic protocols during cesarean section in dogs: a systematic review

### ABSTRACT

There are many problems associated with uncontrolled artificial breeding of dogs, which lead to anatomical abnormalities. In the literature, there is a tendency for dog breeds to appear that have anatomical and physiological changes that lead to the development of pathological childbirth. In populations of breeds with a particularly high risk of dystocia, such as the English Bulldog, the frequency of planned cesarean sections can approach 80%, therefore it is necessary to take a responsible approach to the formation of anesthetic protocols. Thus, the survival rate of newborns and the state of the maternal body depend on this. Anesthesia protocols adopted for cesarean section should provide adequate muscle relaxation, anesthesia and anesthesia to ensure optimal working conditions. The use of opioid analgesics helps to ensure adequate pain control during cesarean section. One of the most commonly used opioids during this surgery in dogs is morphine. The dosage of morphine may vary depending on the size of the dog and the degree of pain. When performing a cesarean section, it is recommended to use drugs that do not cause neonatal depression. It is noted that epidural anesthesia reduces the need for intraoperative analgesics without causing severe neonatal depression. The main drugs that can be used in the preparation of anesthesiological protocol during cesarean section are propofol, isoflurane, sevoflurane, lidocaine, morphine, fentanyl. The results of the analysis of the literature data showed the effectiveness of the use of drugs from different groups of medicines.

**Key words:** anesthesia of dogs, cesarean section, newborns, epidural anesthesia, inhalation anesthesia, opioid analgesics, neonatal depression, dystocia, maternal body, anesthetic protocol

**For citation:** Atamanchuk E.B., Shebeko S.K., Ermakov A.M. Analysis of anesthesiological protocols during cesarean section in dogs: a systematic review. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 33–38 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-33-38>

© Atamanchuk E.B., Shebeko S.K., Ermakov A.M.

## Введение/Introduction

Кесарево сечение — это метод родоразрешения, при котором плоды извлекаются через разрез матки. Такая операция проводится при возникновении дистоции у собак. Дистоция — патологическое течение родов, при котором плод не может быть изгнан из родовых путей [1]. Данное состояние может быть вызвано функциональными причинами (инертность матки) или обструктивными причинами [2]. Патология возникает, когда есть какие-либо препятствия для начала или завершения родов, которые обусловлены как материнскими, так и внутриутробными причинами.

При отсутствии своевременной хирургической помощи данная патология может быстро перерасти в жизнеугрожающее состояние как для плодов, так и для материнского организма.

Выбор метода анестезии должен обеспечивать оптимальные и безопасные условия, как для суки, так и для плодов, при проведении кесарева сечения [3].

Актуальность темы обосновывается увеличением частоты количества проведенных операций кесарева сечения. За последние 11 лет отмечается значительная тенденция по увеличению проведения кесарева сечения у собак [4].

Существует много проблем, связанных с неконтролируемой искусственной селекцией собак, которые приводят к анатомическим отклонениям. В литературных источниках прослеживается тенденция к тому, что появляются породы собак, у которых имеются анатомические и физиологические изменения, приводящие к развитию патологических родов у собак [2, 4]. Примерно 60–80% случаев возникновения дистоции у предрасположенных пород требуют проведения кесарева сечения [5].

В работе K.G.M. De Cramer сообщалось, что инертность матки является наиболее распространенной причиной дистоции у собак [6]. В публикации В. Volis были описаны несколько факторов риска возникновения дистоции, включающих инертность матки, слабые схватки, предлежание плодов, размер плодов, размер тазового канала и количество плодов [7].

Кесарево сечение долгое время считалось экстренной операцией, однако растущее количество сообщений о преимуществах планового кесарева сечения [5, 8] привело к выводу, что в некоторых случаях плановое кесарево сечение, независимо от анестезиологических и хирургических рисков, имеет больше преимуществ (как для матери, так и для помета), чем недостатков.

В исследовании [9] авторы обратили внимание на то, что заводчики пород, особенно подверженных высокому риску, чаще выбирают плановое кесарево сечение, что позволяет увеличить выживаемость помета по сравнению с экстренным вмешательством.

В популяциях пород с особенно высоким риском дистоции, таких как английский бульдог, частота плановых кесаревых сечений может приближаться к 80% [9].

Существует множество анестезиологических препаратов, применяемых в ветеринарной анестезиологии. Однако не все группы лекарственных средств можно использовать при проведении кесарева сечения. В литературе отмечается наличие разных протоколов при проведении кесарева сечения. Зачастую используются препараты, которые в Российской Федерации находятся под строгим контролем, и только крупные центры могут позволить их применение. Поэтому необходимо уметь использовать комбинации различных препаратов и техник при составлении анестезиологических

протоколов при проведении кесарева сечения у собак с учетом доступности лекарственных средств.

*Цели исследования* — провести систематический обзор литературных источников, упорядочить современные анестезиологические протоколы и выявить наиболее оптимальные для проведения кесарева сечения у собак. Определены следующие задачи: описать современные анестезиологические протоколы, применяемые при проведении кесарева сечения; описать эпидуральную анестезию в качестве компонента мультимодальной анестезии при проведении данной операции; оценить возможность и эффективность использования опиоидных анальгетиков при проведении операций на матке у собак; выявить наиболее рациональные подходы для внедрения в отечественную анестезиологическую практику при проведении кесарева сечения у собак.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материалы исследования — статьи из общедоступных данных литературных баз: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), BMC Veterinary research (https://bmcvetres.biomedcentral.com) и др.

Отбор научных публикаций осуществлялся по ключевым словам: анестезия при кесаревом сечении у собак, эпидуральная анестезия, инфузионная терапия, шкала Апгар у собак, ингаляционная анестезия у собак, контроль боли при проведении кесарева сечения у собак.

Ключевым аспектом работы была необходимость обоснования принципов рационального применения анестезиологических препаратов при проведении кесарева сечения у собак.

В качестве основного метода был использован анализ собранных данных. Источники, используемые в обзоре, рассматривались не старше 2012 года.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion Анестезиологические протоколы при кесаревом сечении

Идеальный протокол анестезии при кесаревом сечении должен обеспечивать адекватное расслабление мышц, обезболивание и наркоз для оптимальных условий работы, быть безопасным для суки и не должен влиять на жизнеспособность и выживаемость щенков [10].

В исследовании [11] было доказано, что введение пропофола для индукции общей анестезии значительно снижает степень депрессии щенков при рождении. Это в свою очередь приводит к снижению уровня смертности новорожденных по сравнению с введением золетила или кетамина в комбинации с мидазоламом.

Дополнительные рекомендации включают использование препаратов с короткой продолжительностью действия и возможностью реверсировать действие используемых препаратов [12].

Кесарево сечение является распространенной процедурой, рекомендуемой у предрасположенных пород, у собак с дистоцией в анамнезе, у пожилых первородящих сук и в случае одноплодной беременности, а также при большой массе тела у щенков [12].

В настоящее время некоторые авторы отмечают [13, 14], что наиболее распространенным протоколом при проведении кесарева сечения являются индукция с помощью пропофола в дозировке 2–4 мг/кг, поддержание анестезии с помощью изофлурана или севофлурана, а также дополнительной анальгезии в виде эпидуральной анестезии с использованием лидокаина в дозе до 4 мг/кг или применения опиоидных анальгетиков.

Эти препараты имеют преимущество из-за быстрого и плавного восстановления матери благодаря их перераспределению в организме и выведению.

В работе К.А. Grimm *et al.* [15] описывалось, что одним из наиболее популярных протоколов анестезии при кесаревом сечении у мелких животных являются индукция пропофолом в дозе 2–5 мг/кг, ингаляционная анестезия с применением изофлурана или севофлурана, дополненная эпидуральной блокадой с местным анестетиком в виде лидокаина. Авторами было доказано, что пропофол и изофлуран оказывают положительный эффект на выживаемость и жизнеспособность новорожденных [15].

Так, в исследовании J.M. Vilar *et al.* [16] авторы сравнивали три различных протокола при проведении кесарева сечения.

В первом протоколе в качестве премедикации применяли морфин в дозе 0,2 мг/кг, через 10 минут осуществлялись индукция и поддержание пропофолом в дозе 2–5 мг/кг, после извлечения последнего щенка использовали ингаляционную анестезию посредством испарения севофлурана.

Во втором протоколе применяли в премедикации морфин в дозировке 0,1 мг/кг, индукцию проводили пропофолом в дозе 2–3 мг/кг. Далее пациента интубировали и подключали к наркозно-дыхательному аппарату, который работал на севофлуране.

В третьем анестезиологическом протоколе в премедикации морфин не использовался, индукция осуществлялась пропофолом в дозе 3–6 мг/кг, проводились интубация и подключение животного к наркозно-дыхательному аппарату, который работал на севофлуране. Далее животному проводили эпидуральную анестезию лидокаином в дозе 2 мг/кг.

Авторы отмечают, что наиболее благоприятным протоколом для суки и щенков являлась комбинация применения ингаляционных анестетиков с эпидуральной анестезией [16].

M. Martin-Flores *et al.* [17] в своем исследовании изучили 182 случая проведения кесарева сечения у собак. Основной анестезиологический протокол являлось использование пропофола в качестве индукционного агента и севофлурана для поддержания общей анестезии. В данном исследовании в премедикации 20 животным вводили морфин в дозе 0,1 мг/кг для дополнительной анальгезии. Авторы описывали анестезиологический протокол при кесаревом сечении, в котором 95 пациентам проводилась люмбосакральная эпидуральная анестезия лидокаином в дозе 4 мг/кг для купирования интраоперационной боли. В другой группе 87 животным операция проводилась с использованием местного обезболивания в области разреза и дополнительных инъекций в связки яичников. В той группе, где использовали люмбосакральную эпидуральную анестезию, авторы отмечали выраженное уменьшение использования частоты применения опиоидных анальгетиков на протяжении всех этапов оперативного вмешательства.

Так, исследователями был сделан главный вывод [17], что низкая частота интраоперационного и послеоперационного введения опиоидов собакам при эпидуральных инъекциях позволяет предположить, что этот метод обеспечивает приемлемую анальгезию у большинства собак без увеличения частоты развития артериальной гипотензии во время операции.

В других публикациях [12, 13] авторы отмечают, что при проведении кесарева сечения можно добиться адекватного контроля интраоперационной боли путем применения эпидуральной анестезии. Так, в

исследовании M. Martin-Flores *et al.* [18] сравнивали использование бупивакаина в дозе 0,25 мг/кг, который вводили в эпидуральное пространство с совместным применением различных опиоидных анальгетиков, а именно метадона (0,18 мг/кг), фентанила (2–3 мкг/кг), бупренорфина (0,02 мг/кг). В другом протоколе не использовали эпидуральную анестезию, но применяли более высокие опиоидные анальгетики. Так, фентанил использовался до 5 мкг/кг.

Основные выводы из этого ретроспективного исследования заключались в том, что использование эпидуральной анестезии низкими дозами бупивакаина в комбинации с фентанилом или бупренорфином позволяет значительно снизить потребности в интраоперационных анальгетиках при проведении кесарева сечения у собак.

В другом исследовании [19] было выявлено, что альфа-2-агонисты не рекомендуются пациентам при кесаревом сечении, поскольку их применение связано с повышенным риском смерти у собаки, а также вызывает тяжелую сердечно-сосудистую депрессию у матери и новорожденного.

Наибольшим возражением против применения альфа-2-агонистов являются сердечно-легочные эффекты, которые включают транзиторную гипертензию, сопровождающуюся легкой гипотензией, брадикардией, повышением системного сосудистого сопротивления, снижением сердечного выброса и дыхательной депрессии.

Другие авторы [20, 21] отмечали, что опиоиды обеспечивают достаточный уровень анальгезии, но проникают через плаценту и могут вызывать умеренное угнетение центральной нервной системы и дыхания у новорожденных, для устранения которого у неонатальных пациентов может потребоваться от двух до шести дней.

Однако они позволяют добиться адекватного контроля интраоперационной и послеоперационной боли у беременных животных, что позволяет в свою очередь составлять протоколы на основе опиоидных анальгетиков при проведении кесарева сечения у собак [22].

В исследовании M. Batista *et al.* авторы пришли к выводу, что индукция с использованием пропофола, поддержание анестезии с использованием изофлурана и эпидуральной анестезии у собак широко распространены и связаны с хорошим исходом при проведении кесарева сечения [23].

Изофлуран вызывает меньшую прямую депрессию миокарда, чем галотан, и не повышает чувствительности сердца к катехоламинам, тем самым снижая вероятность развития аритмий при проведении кесарева сечения [5].

Эффект применения изофлурана связан с дозозависимым снижением артериального давления у собак. Дозирование ингаляционных анестетиков описано в терминах минимальной альвеолярной концентрации (МАК). Этот термин определяется как минимальная концентрация анестетика в альвеоле, необходимая для поддержания 50% пациентов, не реагирующих на болевой стимул [14].

Авторы исследования [23] отмечали, что изофлуран и севофлуран являются подходящими добавками к газовой смеси при кесаревом сечении у собак с брахицефалией.

В исследовании C. Conde Ruiz *et al.* [3] авторы оценивали два протокола при проведении кесарева сечения. Сначала всех собак вводили в индукцию болюсами альфа-фасалона (по 0,3 мг/кг) каждые 30 секунд — до того момента, пока не наступала подходящая стадия анестезии

для интубации. Далее в группе А анестезию поддерживали введением альфаксалона через инфузомат с постоянной скоростью 0,2 мг/кг/мин, после извлечения последнего щенка дозировку уменьшали до 0,1 мг/кг/мин. В группе В поддержание анестезии осуществлялось методом испарения изофлурана на 2% оборотов со следующим снижением до 1% после извлечения последнего щенка. В обеих группах были введены дополнительные болюсы альфаксалона в дозировке 0,3 мг/кг, если врач считал глубину анестезии недостаточной.

Это исследование показывает, что альфаксалон может использоваться для поддержания анестезии у сук при проведении кесарева сечения. По мнению авторов, данный препарат имеет такое же положительное влияние на выживаемость щенков, как и изофлуран [3].

#### *Эпидуральная анестезия как компонент мультимодальной анестезии в составе анестезиологического протокола при кесаревом сечении*

Эпидуральная анестезия — это метод введения растворов местных анестетиков (или других препаратов, обладающих обезболивающими свойствами) в эпидуральное пространство поверх твердой мозговой оболочки спинного мозга [24]. Эпидуральное введение препаратов для обезболивания широко используется в ветеринарии. Преимуществом этого метода является его близость к рецепторам спинного мозга, участвующим в модуляции и передаче ноцицептивного сигнала. Термины «эпидуральная анестезия» и «экстрадуральная анестезия» относятся к пространству за пределами твердой мозговой оболочки [26].

Во многих странах использование опиоидных анальгетиков является обязательным компонентом в анестезиологическом протоколе. Так, например, в исследовании [25] у животных при проведении кесарева сечения в премедикации применялся морфин в дозе 0,2 мг/кг. Авторы отметили, что применение опиоидных анальгетиков позволит добиться адекватного контроля интраоперационной боли при проведении кесарева сечения у собак.

В Российской Федерации все сильнодействующие препараты находятся под строгим контролем, и многие крупные ветеринарные центры могут позволить себе их применение. В таких случаях необходимо уметь подбирать анестезиологический протокол, опираясь на принципы мультимодальной анестезии. Во многих регионах отмечается разнообразие местных анестетиков, таких как лидокаин, бупивакаин, ропивакаин, которые могут активно применяться у животных в качестве loco-regional анестезии.

Некоторые авторы [26] предложили использовать эпидуральную анестезию при проведении кесарева сечения у собак в качестве основного метода анальгезии.

Эпидуральная анестезия имеет преимущество, так как для нее не требуются сильнодействующие препараты, но есть и недостатки, среди которых отмечается необходимость интубировать и вентилировать пациента в случае проведения высокого блока, что приводит к снижению оксигенации плодов.

В большинстве случаев есть необходимость использовать эпидуральную анестезию, для того чтобы обеспечить адекватный контроль боли во время проведения кесарева сечения [27].

Термины «интратекальный», «субарахноидальный» и «спинной» относятся к пространству между мягкой и паутинной оболочками. Эпидуральная анестезия относится к сенсорной, моторной и вегетативной блокаде,

возникающей при эпидуральном введении местных анестетиков во время эпидуральной блокады [27].

Протоколы анестезии, принятые для кесарева сечения, должны оказывать адекватное расслабление мышц, обезболивание и наркоз для обеспечения оптимальных условий работы [28].

В своей работе J. Ko (2019 г.) описывал, что протоколы при проведении кесарева сечения должны быть безопасны как для суки, так и для плода, поскольку большинство анестезирующих препаратов пересекают гематоэнцефалический барьер плода, что приводит к неврологическим проблемам и возникновению респираторной и кардиоваскулярной депрессии у новорожденных [14].

В гуманной медицине эпидуральная анестезия, сочетающая местные анестетики и опиоиды, использовалась для обеспечения обезболивания во время родов или кесарева сечения у многих пациентов [29].

Эпидуральная анестезия за счет щадящего эффекта или отмены ингаляционных анестетиков снижает риск чрезмерного неонатального угнетения дыхания и улучшает комфорт суки, которая затем, вероятно, будет кормить щенков грудью после родов [29].

В работе С.М. Egger *et al.* [13] было описано, что частота дыхания щенков, рожденных от сук, получавших метадон или лидокаин, была выше по сравнению с теми щенками, которые родились от сук в группе, где применялись мидазолам (кетамин) или пропофол для индукции в комбинации с изофлураном для поддержания общей анестезии.

Однако когда местные анестетики вводятся эпидурально, гипотензия является распространенным осложнением, вызванным симпатической блокадой, особенно при гемодинамических расстройствах животных [30].

В работе T. Lavender *et al.* авторами были описаны абсолютные противопоказания к эпидуральной анестезии, включающие тяжелую гиповолемию, нарушения свертываемости крови, септицемию, бактериемию, травму кожи, неоплазию и (или) инфекцию в пояснично-крестцовой области [8].

Относительными противопоказаниями считаются некоторые неврологические заболевания, травмы спинного мозга, терапия низкими дозами гепарина и анатомические изменения, включающие травму области таза и ожирение, приводящие к затруднению определения местоположения пояснично-крестцового пространства [8].

Использование ультразвукового исследования для определения местоположения эпидурального пространства может обойти эту последнюю проблему [31].

Преимущества этого метода часто перевешивают риски, однако практикующие ветеринарные врачи должны знать о потенциальных осложнениях, таких как инфицирование головного мозга, гематома, случайные интратекальные инъекции, угнетение дыхания, симпатическая блокада, брадикардия, гипотензия, неврологический дефицит, задержка роста волос, зуд и задержка мочи [32].

Использование этого метода может обеспечить упреждающую анальгезию путем подавления центральной сенсibilизации и модуляции афферентных сигналов к спинному мозгу, уменьшая боль и потребность в обезболивающих средствах в периоперационный период. Кроме того, эпидуральная анестезия подавляет маркеры реакции на стресс, что проявляется снижением концентрации кортизола и норадреналина в сыворотке крови в течение 48 часов после введения [33].

Кроме того, сообщалось, что введение морфина в дозе 0,1 мг/кг обеспечивает адекватное

интраоперационное и послеоперационное обезболивание при проведении операций на матке у собак [20].

В исследовании [20] сравнивали морфин, который вводили эпидурально в дозе 0,1 мг/кг, с фентаниловыми пластырями у собак, перенесших овариогистерэктомию. Было обнаружено, что он обеспечивает превосходное обезболивание и меньшие побочные эффекты по сравнению с фентанилом.

В данном исследовании авторы пришли к выводу, что включение морфина, вводимого эпидурально, в протокол мультимодальной анестезии улучшает интраоперационное и послеоперационное обезболивание у собак во время кесарева сечения по сравнению с собаками, получавшими только обезболивающие препараты, такие как мелоксикам или карпрофен.

Во время проведения данной блокады рекомендуются не применять препараты, способные вызвать апноэ и нарушение работы сердечно-сосудистой системы, или препараты, обладающие длительным действием [20].

#### *Опиоидные анальгетики при кесаревом сечении*

Опиоидные анальгетики являются ценным инструментом в ветеринарной медицине, и их использование при проведении кесарева сечения у собак является распространенной и эффективной практикой. Опиоидные анальгетики, такие как морфин, фентанил или метадон, применяются для достижения анальгезии у собак как перед операцией, так и во время нее [28]. Они связываются с опиоидными рецепторами в центральной нервной системе, блокируя передачу болевых сигналов и уменьшая восприятие боли. Применение опиоидных анальгетиков помогает обеспечить адекватный контроль боли во время проведения кесарева сечения. Одним из наиболее часто используемых опиоидов при проведении данной операции у собак является морфин [14]. Дозировка морфина может варьироваться в зависимости от размера собаки и степени болевого синдрома. Обычно начальная доза морфина от 0,1 до 0,2 мг/кг и может повторяться по мере необходимости каждые 6–8 часов [34].

Фентанил также широко используется в качестве опиоидного анальгетика при проведении кесарева сечения у собак. Дозировка фентанила может быть от 2 до 5 мкг/кг, однако данный препарат имеет короткую продолжительность действия [23], поэтому необходимо после болюсов фентанила подключать данный препарат в инфузию с постоянной скоростью.

Стоит учитывать состояние щенка и его реакцию на опиоиды, так как они могут передаваться через плаценту [23]. Поэтому выбор конкретного препарата, его дозировки и возможности его использования играют важную роль в обеспечении безопасности и благополучия как матери, так и потомства.

В итоге дозировки опиоидных анальгетиков при проведении кесарева сечения у собак различаются в зависимости от индивидуальных особенностей животного. Данные анальгетики часто используются в ветеринарной акушерской практике для контроля уровня боли у животных при проведении кесарева сечения [30].

#### **Выводы/Conclusion**

Таким образом, согласно современным критериям, анестезиологическое пособие при проведении кесарева сечения у собак должно состоять из таких глобальных звеньев, как:

общий протокол анестезии с премедикацией морфином в дозе 0,1 мг/кг и внутривенным введением пропофола в дозе 2–6 мг/кг в качестве индукционного агента и поддержание с помощью изофлурана или севофлурана; эпидуральная анестезия лидокаином в дозе до 4 мг/кг; усиление протокола опиоидными анальгетиками, а именно фентанилом, в дозе 2–5 мкг/кг с последующим введением в виде инфузии с постоянной скоростью от 3 до 5 мкг/кг/ч, а также применение альфасалона в дозе 0,3 мг/кг для купирования болевого синдрома.

При составлении общего протокола необходимо обращать внимание на препараты, которые не вызывают выраженной неонатальной депрессии, как диссоциативные анестетики и бензодиазепины. Не стоит включать в протоколы препараты из группы альфа-2-агонистов из-за выраженного влияния на гемодинамику матери и плодов за счет снижения частоты сердечных сокращений плода. Пропофол рекомендован к использованию при данном оперативном вмешательстве, так как обладает быстрым началом действия и коротким периодом полураспада, что позволяет обеспечить контролируемую и гладкую индукцию. Изофлуран обладает минимальным воздействием на гемодинамику неонатальных пациентов, что в свою очередь благоприятно влияет на выживаемость.

При проведении эпидуральной анестезии местный анестетик вводится в эпидуральное пространство, блокируя проведение электрического импульса по нервным волокнам, что в свою очередь предотвращает появление болевого синдрома. Данная техника позволяет добиться адекватного уровня интраоперационной боли у животных во время проведения кесарева сечения.

Эпидуральная анестезия дает возможность специалистам значительно уменьшить потребность в применении интраоперационных и послеоперационных анальгетиков, что приводит к значительному улучшению неонатальной выживаемости и быстрому восстановлению материнского организма после перенесенной операции.

При недостаточном контроле боли при проведении кесарева сечения необходимо применять рациональное использование опиоидных анальгетиков. Однако при увеличении дозы опиоиды могут приводить к неонатальной депрессии. Поэтому только при правильном применении препаратов данной группы улучшаются показатели выживаемости новорожденных и уменьшаются риски возникновения послеоперационной боли у матери.

Правильно подобранные элементы анестезиологического пособия при проведении кесарева сечения позволяют повысить качество анестезии, улучшить качество жизни матери, снизить возникновение побочных эффектов, а также позволяют матери проводить грудное вскармливание самостоятельно. Дозировка и анестезиологические протоколы, приведенные в данном обзоре, рекомендованы для использования в современной ветеринарной акушерской практике.

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 / REFERENCES

- Holst B.S., Axner E., Öhlund M., Möller L., Egenvall A. Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2015; 19(1): 42–47. <https://doi.org/10.1177/1098612X15600482>
- Davidson A., Canin J. Canine Pregnancy, Eutocia, and Dystocia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2023; 53(5): 1099–1121. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.05.004>
- Conde Ruiz C. et al. Alfaxalone for total intravenous anaesthesia in bitches undergoing elective caesarean section and its effects on puppies: a randomized clinical trial. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2016; 43(3): 281–290. <https://doi.org/10.1111/vaa.12298>
- De Cramer K.G.M., Nöthling J.O. Towards scheduled pre-parturient caesarean sections in bitches. *Reproduction in Domestic Animals*. 2020; 55(S2): 38–48. <https://doi.org/10.1111/rda.13669>
- Wydooghe E., Bergmans E., Rijsselaere T., Van Soom A. International breeder inquiry into the reproduction of the English bulldog. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 2013; 82(1): 38–43. <https://doi.org/10.21825/vdt.v82i1.16726>
- De Cramer K.G.M., Joubert K.E., Nöthling J.O. Hematocrit changes in healthy periparturient bitches that underwent elective caesarean section. *Theriogenology*. 2016; 86(5): 1333–1340. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.075>
- Bolis B., Prandi A., Rota A., Faustini M., Veronesi M.C. Cortisol fetal fluid concentrations in term pregnancy of small-sized purebred dogs and its preliminary relation to first 24hours survival of newborns. *Theriogenology*. 2017; 88: 264–269. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.037>
- Lavender T., Hofmeyr G.J., Neilson J.P., Kingdon C., Gyte G.M.L. Caesarean section for non-medical reasons at term. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012; (3): CD004660. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004660.pub3>
- Antończyk A., Kielbowicz Z., Nizański W., Ochota M. Comparison of 2 anesthetic protocols and surgical timing during caesarean section on neonatal vitality and umbilical cord blood parameters. *BMC Veterinary Research*. 2023; 19: 48. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03607-2>
- Schrank M., Contiero B., Mollo A. Incidence and concomitant factors of caesarean sections in the bitch: A questionnaire study. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022; 9: 934273. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.934273>
- Lopate C. Assessment of Fetal Well-Being and Gestational Age in the Bitch and Queen. Lopate C. (ed.). *Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats and Exotic Pets*. Wiley-Blackwell. 2012; 55–75. <https://doi.org/10.1002/9781118997215.ch5>
- Veronesi M.C. Assessment of canine neonatal viability — the Apgar score. *Reproduction in Domestic Animals*. 2016; 51(S1): 46–50. <https://doi.org/10.1111/rda.12787>
- Egger C.M., Love L., Doherty T. (eds.). *Pain Management in Veterinary Practice*. Wiley-Blackwell. 2015; xiii, 447. ISBN 978-1-118-99919-6 <https://doi.org/10.1002/9781118999196>
- Ko J.C. (ed.). *Small Animal Anesthesia and Pain Management. A Colour Handbook*. 2nd ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press; Taylor & Francis Group. 2019; 448. ISBN 9781-1380-3568-3
- Grimm K., Lamont L., Tranquilli W.J., Greene S.A., Robertson S. (eds.). *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. The 5th ed. of Lumb and Jones. Wiley-Blackwell. 2015; 1072. ISBN 978-1-118-52623-1
- Vilar J.M. et al. Comparison of 3 anesthetic protocols for the elective caesarean-section in the dog: Effects on the bitch and the newborn puppies. *Animal Reproduction Science*. 2018; 190: 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.01.007>
- Martin-Flores M., Moy-Trigilio K.E., Campoy L., Glead R.D. Retrospective study on the use of lumbosacral epidural analgesia during caesarean section surgery in 182 dogs: Impact on blood pressure, analgesic use and delays. *VetRecord*. 2021; 188(8): e134. <https://doi.org/10.1002/vetr.134>
- Martin-Flores M. et al. A retrospective analysis of the epidural use of bupivacaine 0.0625–0.125% with opioids in bitches undergoing caesarean section. *The Canadian Veterinary Journal*. 2019; 60(12): 1349–1352.
- De Cramer K.G.M., Joubert K.E., Nöthling J.O. Puppy survival and vigor associated with the use of low dose medetomidine premedication, propofol induction and maintenance of anesthesia using sevoflurane gas-inhalation for caesarean section in the bitch. *Theriogenology*. 2017; 96: 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.03.021>
- Garcia-Pereira F. Epidural anesthesia and analgesia in small animal practice: An update. *The Veterinary Journal*. 2018; 242: 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.09.007>
- Smith L.J. (ed.). *Questions and Answers in Small Animal Anesthesia*. Wiley-Blackwell. 2015; xvi, 376. ISBN 978-1-118-91283-6 <https://doi.org/10.1002/9781118912997>
- Donati P.A. et al. Efficacy of tramadol for postoperative pain management in dogs: systematic review and meta-analysis. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2021; 48(3): 283–296. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.01.003>
- Batista M. et al. Neonatal viability evaluation by Apgar score in puppies delivered by caesarean section in two brachycephalic breeds (English and French bulldog). *Animal Reproduction Science*. 2014; 146(3–4): 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.03.003>
- Lerche P., Aarnes T.K., Covey-Crump G., Matinez Taboada F. (eds.). *Handbook of Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia Techniques*. Wiley-Blackwell. 2016; vii, 92. ISBN 9781118741825 <https://doi.org/10.1002/9781118741825>
- Grubb T., Lobprise H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). *Veterinary Medicine and Science*. 2020; 6(2): 218–234. <https://doi.org/10.1002/vms3.218>
- Rastabi H.I., Mirzajani R., Givi M.E., Mohammadpoor M. Comparison of intravenous regional anaesthesia with lidocaine and ropivacaine in dogs. *Veterinary Medicine and Science*. 2021; 7(6): 2135–2143. <https://doi.org/10.1002/vms3.608>
- Grubb T., Lobprise H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Overview of concepts and drugs (Part 1). *Veterinary Medicine and Science*. 2020; 6(2): 209–217. <https://doi.org/10.1002/vms3.219>
- Sarotti D., Rabozzi R., Franci P. Comparison of epidural versus intrathecal anaesthesia in dogs undergoing pelvic limb orthopaedic surgery. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2015; 42(4): 405–413. <https://doi.org/10.1111/vaa.12229>
- Dourado A. et al. Antinociceptive Effect of a Sacro-Coccygeal Epidural of Morphine and Lidocaine in Cats Undergoing Ovariectomy. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(11): 623. <https://doi.org/10.3390/vetsci9110623>
- Steagall P.V.M., Simon B.T., Teixeira Neto F.J., Luna S.P.L. An Update on Drugs Used for Lumbosacral Epidural Anesthesia and Analgesia in Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2017; 4: 68. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00068>
- Mazzaferro E.M., Edwards T. Update on Albumin Therapy in Critical Illness. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2020; 50(6): 1289–1305. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.07.005>
- Plavec T., Knific T., Slapšak A., Raspor S., Lukanc B., Pipan M.Z. Canine Neonatal Assessment by Vitality Score, Amniotic Fluid, Urine, and Umbilical Cord Blood Analysis of Glucose, Lactate, and Cortisol: Possible Influence of Parturition Type?. *Animals*. 2022; 12(10): 1247. <https://doi.org/10.3390/ani12101247>
- Lúcio C.F., Silva L.C.G., Vannuchi C.I. Perinatal cortisol and blood glucose concentrations in bitches and neonatal puppies: effects of mode of whelping. *Domestic Animal Endocrinology*. 2021; 74: 106483. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106483>
- Shelby A.M., McKune C.M. *Small Animal Anesthesia Techniques*. Wiley-Blackwell. 2014; xiii, 317. ISBN 9781118428047 <https://doi.org/10.1002/9781118428047>

## ОБ АВТОРАХ

**Егор Борисович Атаманчук**

аспирант  
snakeice89@mail.ru  
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-8946-268X>

**Сергей Константинович Шебеко**

доктор фармацевтических наук, профессор  
shebeko\_sk@mail.ru

**Алексей Михайлович Ермаков**

доктор биологических наук, профессор  
amermakov@ya.ru  
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-9834-3989X>

Донской государственный технический университет,  
пл. им. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344003, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Egor Borisovich Atamanchuk**

Postgraduate Student  
snakeice89@mail.ru  
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-8946-268X>

**Sergey Konstantinovich Shebeko**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor  
shebeko\_sk@mail.ru

**Alexey Mikhailovich Ermakov**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
amermakov@ya.ru  
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-9834-3989X>

Don State Technical University,  
1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344003, Russia



В.Г. Семенов<sup>1</sup> ✉В.Г. Тюрин<sup>2, 4</sup>Ф.А. Мусаев<sup>3</sup>Н.И. Морозова<sup>3</sup>А.В. Лузова<sup>1</sup>Д.Э. Бирюкова<sup>1</sup><sup>1</sup> Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Москва, Россия<sup>3</sup> Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Рязань, Россия<sup>4</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

✉ semenov\_v.g@list.ru

Поступила в редакцию:

08.12.2023

Одобрена после рецензирования:

11.04.2024

Принята к публикации:

25.04.2024

## Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-39-45

Vladimir G. Semenov<sup>1</sup> ✉Vladimir G. Tyurin<sup>2, 4</sup>Farrukh A. Musaev<sup>3</sup>Nina I. Morozova<sup>3</sup>Anna V. Luzova<sup>1</sup>Daria E. Biryukova<sup>1</sup><sup>1</sup> Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia<sup>2</sup> All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology, Moscow, Russia<sup>3</sup> Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia<sup>4</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin

✉ semenov\_v.g@list.ru

Received by the editorial office:

08.12.2023

Accepted in revised:

11.04.2024

Accepted for publication:

25.04.2024

# Научно обоснованный подход к профилактике и лечению мастита коров комплексными иммунотропными препаратами

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Мастит крупного рогатого скота следует рассматривать как одну из наиболее важных и серьезных проблем в молочном скотоводстве. Антибиотикотерапия традиционно считается наиболее эффективным методом лечения, однако, несмотря на наблюдаемый лечебный эффект, часто возникают рецидивы. Поэтому поиск новых методов лечения и профилактики мастита чрезвычайно актуален.

**Методы.** Объектами исследований были коровы черно-пестрой породы. В первой серии испытаний по принципу групп-аналогов были подобраны четыре группы коров по 10 голов — одна контрольная и три опытные, во второй серии — три опытные группы по 15 голов. В первой серии опытов провели профилактику мастита коров с помощью разработанных в Чувашском ГАУ иммунотропных препаратов Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S, а также лекарственного препарата «Мастинол», используемого в хозяйстве. Препараты животным опытных групп применяли в дозе 10 мл за 45–40, 25–20, 15–10 суток до отела, в контрольной группе препараты не применялись. Во второй серии экспериментов терапию мастита проводили по следующей схеме: в 1-й опытной группе животным вводили Prevention-N-A-M, во 2-й опытной группе — Prevention-N-B-S по 40 мл трехкратно с интервалом 24 часа, в 3-й опытной группе — «Амоксициллин» по 40 мл дважды с интервалом 48 часов.

**Результаты.** Установлено, что иммунотропные препараты способствуют профилактике и лечению мастита коров, улучшают гемопоэз, метаболизм, активизируют факторы неспецифической резистентности, репродуктивные и продуктивные качества организма, при более выраженном эффекте — Prevention-N-A-M.

**Ключевые слова:** коровы, мастит, профилактика, лечение, иммунотропные препараты, иммунокоррекция организма, молоко

**Для цитирования:** Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Мусаев Ф.А., Морозова Н.И., Лузова А.В., Бирюкова Д.Э. Научно обоснованный подход к профилактике и лечению мастита коров комплексными иммунотропными препаратами. *Аграрная наука.* 2024; 382(5): 39–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-39-45>

© Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Мусаев Ф.А., Морозова Н.И., Лузова А.В., Бирюкова Д.Э.

## A scientifically-based approach to the prevention and treatment of cow mastitis with complex immunotropic drugs

### ABSTRACT

**Relevance.** Mastitis of cattle should be considered as one of the most important and serious problems in dairy cattle breeding. Antibiotic therapy is traditionally considered the most effective method of treatment, however, despite the observed therapeutic effect, relapses often occur. Therefore, the search for new methods of treatment and prevention of mastitis is extremely relevant.

**Methods.** The objects of research were black-and-white cows. In the first series of tests, according to the principle of analog groups, four groups of cows of 10 heads were selected: one control and three experimental, in the second series – three experimental groups of 15 heads. In the first series of experiments, we carried out the prevention of cow mastitis using the immunotropic drugs “Prevention-N-A-M” and “Prevention-N-B-S” developed in the Chuvash State Agrarian University, as well as the drug “Mastinol” used on the farm. The drugs were applied to animals of the experimental groups at a dose of 10 ml 45–40, 25–20, 15–10 days before calving, in the control group the drugs were not used. In the second series of experiments, mastitis therapy was carried out according to the following scheme: in the 1st experimental group, “Prevention-N-A-M” was administered to animals, in the 2nd experimental group “Prevention-N-B-S” 40 ml every 24 hours, in the 3rd experimental group “Amoxicillin” 40 ml twice with 48 hours apart.

**Results.** It has been established that immunotropic drugs contribute to the prevention and treatment of cow mastitis, improve hematopoiesis, metabolism, activate factors of nonspecific resistance, reproductive and productive qualities of the body, with a more pronounced — “Prevention-N-A-M” effect.

**Key words:** cows, mastitis, prevention, treatment, immunotropic drugs, immunocorrection of the body, milk

**For citation:** Semenov V.G., Tyurin V.G., Musaev F.A., Morozova N.I., Luzova A.V., Biryukova D.E. A scientifically based approach to the prevention and treatment of cow mastitis with complex immunotropic drugs. *Agrarian science.* 2024; 382(5): 39–45 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-39-45>

© Semenov V.G., Tyurin V.G., Musaev F.A., Morozova N.I., Luzova A.V., Biryukova D.E.

## Введение/Introduction

Мастит крупного рогатого скота — заболевание молочной железы, вызываемое бактериями, вирусами, грибами. Ранее мастит связывали со снижением воспроизводительной функции молочных коров [1]. Это связано с тем, что между половыми органами и молочной железой у коров существует функциональная связь посредством нейрогуморальной регуляции и сосудистого русла лимфатической и кровеносной систем, которая предопределяет развитие патологических процессов, проявляющихся одновременно или сменяющих друг друга [2, 3].

Заболевания молочной железы коров негативно влияют на благополучие животных, молочную продуктивность, качество молока, прибыльность скотоводства и увеличение использования противомикробных препаратов, что приводит к выбраковке и сокращению продуктивного долголетия молочных коров [4, 5]. Возможными методами борьбы являются эрадикация, иммунизация, профилактика и терапия, разведение резистентных коров или улучшение факторов управления [6–8].

Было установлено, что наиболее эффективными антибиотиками при лечении мастита коров являются аминогликозиды и хинолоны [9]. Однако устойчивость возбудителей мастита к антибиотикам и отставание фармакологической индустрии в разработке новых антибактериальных препаратов представляют серьезную проблему для животноводческой отрасли, которую можно решить сокращением использования антибиотиков и поиском новых методов профилактики и лечения мастита молочных коров [10–12].

Следовательно, лечение коров, больных маститом, устремленное только на ликвидацию инфекционного процесса с помощью антимикробных средств, не может быть признано научно обоснованным [13]. С этой точки зрения наиболее приемлемой является комплексная терапия, направленная прежде всего на активизацию клеточных и гуморальных факторов неспецифической резистентности организма.

*Цель работы* — научно-практическое обоснование целесообразности применения иммуностропных средств нового поколения в профилактике и терапии мастита коров.

## Материалы и методы исследования /

### Materials and methods

Опыты проведены на базе молочно-товарной фермы ООО «Победа» Яльчикского муниципального округа Чувашской Республики, материалы подготовлены в лаборатории клинико-гематологических исследований Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» и в Бюджетном учреждении Чувашской Республики «Чувашская республиканская ветеринарная лаборатория» в 2020–2023 гг.

В опытах участвовали коровы черно-пестрой породы сухостойного, новотельного и лактационного периодов. В первой серии опытов участвовали здоровые коровы, эксперимент начался в сухостойной группе коров за 45–40 суток до отела и завершился на 3–5-е сутки после

отела, во второй серии — коровы с клиническим маститом, находящиеся в стадии лактации. С учетом клинико-физиологического состояния, возраста и живой массы в первой серии испытаний по принципу групп-аналогов были подобраны четыре группы из 10 голов коров — одна контрольная и три опытные группы, во второй серии — три опытные группы по 15 голов в каждой.

В первой серии опытов провели профилактику мастита у коров с помощью разработанных в Чувашском ГАУ иммуностропных препаратов Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S, а также лекарственного препарата «Мастинол» (ООО «Репровет», Россия), используемого в хозяйстве. Препараты животным опытных групп применяли в дозе 10 мл за 45–40, 25–20, 15–10 суток до отела. В контрольной группе препараты не применялись.

Во второй серии экспериментов по лечению мастита коров использовали препараты Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S, а также антибактериальный препарат «Амоксициллин» (ООО «НИТА-ФАРМ», Россия). Терапию мастита проводили по следующей схеме: в 1-й опытной группе животным вводили Prevention-N-A-M, во 2-й опытной группе — Prevention-N-B-S по 40 мл трехкратно с интервалом 24 часа, в 3-й опытной группе — «Амоксициллин» по 40 мл дважды с интервалом 48 часов.

Prevention-N-B-S и Prevention-N-A-M — иммуностропные препараты на основе комплекса полисахаридов *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением производного бензимидазола и других компонентов. На препарат Prevention-N-B-S получен патент РФ на изобретение 2737399<sup>1</sup>, на Prevention-N-A-M получен положительный результат формальной экспертизы на выдачу патента РФ на изобретение.

«Мастинол» — препарат для лечения мастита в форме раствора для инъекций, обладает выраженным обезболивающим и противовоспалительным (аконит, белладонна, дурман), антисептическим (арника), общеукрепляющим и тонизирующим (ферула) действиями, предотвращает нагноение (переступень, лакнонос). Регистрационный № ПВР-3-8.0/02653<sup>2</sup>.

«Амоксициллин 150» — антибактериальный препарат группы полусинтетических пенициллинов. Регистрационное удостоверение № 44-3-3.18-4074 № ПВР-3-6.9/02429<sup>3</sup>.

В ходе исследования использованы следующие методы:

1) зооигиенические — температуру, относительную влажность воздуха и освещенность в животноводческих помещениях измеряли с помощью комбинированного прибора «ТКА-ПКМ» (модель 42) (ООО «НТП ТКА», Россия), скорость движения воздуха — термоанемометром «ТКА-ПКМ» (модель 50) (ООО «НТП ТКА», Россия), уровень микробной обсемененности воздуха и пыли — седиментационным методом по Коху аппаратом Ю.А. Кротова (ООО «НТП ТКА», Россия), концентрацию аммиака и сероводорода — универсальным газоанализатором УГ-2 (ООО «ИЦПК», Россия), содержание в воздухе углекислого газа — по Гессу. Естественную освещенность определяли геометрическим (СК) и светотехническим (КЕО) методами нормирования;

<sup>1</sup> Патент № 2737399 С1 Российская Федерация, МПК А61К 31/245, А61К 31/429, А61К 31/7036. Способ получения препарата для повышения неспецифической устойчивости организма, профилактики и лечения заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных: № 2020117875 (заявл. 19.05.2020, опубл. 30.11.2020) / В.Г. Семенов, Д.А. Никитин, Д.А. Баймуханов и др.

<sup>2</sup> ООО «Репровет». Инструкция по применению лекарственного препарата «Мастинол». Московская обл., г. Озеры. — URL: <https://www.vetlek.ru/shop/?gid=38583&id=7447>

<sup>3</sup> ООО «НИТА-ФАРМ». Инструкция по применению лекарственного препарата «Амоксициллин 150». Москва. — URL: <https://www.nita-farm.ru/produktsiya/amoksisillin-150/instruktsiya/>

2) клинко-физиологические — температуру тела измеряли ректально с помощью электронного термометра, частоту пульса — пальпацией по хвостовой артерии, дыхание — методом аускультации с помощью фонендоскопа;

3) зооветеринарные — сроки наступления первой половой охоты, сервис-период, индекс осеменения, оплодотворяемость при первом осеменении и учет молочной продуктивности анализировали в автоматизированной системе DataFlowTM II (Milkline, Италия). Заболевания репродуктивных органов и результат осеменения диагностировали при помощи переносного ультразвукового сканера CTS-800 (SIUI, Китай). Для диагностики субклинического мастита использовали экспресс-тест Somatest (ООО «УльтраВет», Россия). Диагноз на клинический мастит ставили при наличии сопутствующих клинических признаков (гиперемия, воспаление, болезненность, повышенная местная или общая температура, наличие творожистых сгустков и других нетипичных выделений) с учетом анамнеза;

4) гематологические — количество эритроцитов, концентрацию гемоглобина и количество лейкоцитов в крови коров определяли на гематологическом анализаторе PCE 90-Vet (Erma, Япония);

5) биохимические — уровень общего белка в сыворотке крови определяли рефрактометром ИРФ-22 («Экрос-Аналитика», Россия), белковый спектр — турбидиметрическим методом по С.А. Карпюку<sup>4</sup>;

6) иммунобиологические — фагоцитарную активность лейкоцитов определяли по В.С. Гостеву<sup>5</sup>, лизоцимную активность плазмы крови — по В.Г. Дорофейчуку<sup>6</sup>, бактерицидную активность сыворотки крови — по О.В. Смирновой и соавт.<sup>7</sup>, а также количество иммуноглобулинов в сыворотке крови фотоэлектрокалориметром ФЭК-56М (ПО «Загорский оптико-механический завод», Россия) — по А.Д. Мас-Ewan *et al.*<sup>8</sup>;

7) ветеринарно-санитарные — оценку качества молока проводили с использованием анализаторов «Клевер-2» (ООО НПП «БИОМЕР», Россия), «Термоскан мини» (ООО ВПК «Сибгагроприбор», Россия), «Соматос-Мини» (ООО ВПК «Сибгагроприбор», Россия) в соответствии со следующими нормативными документами: ГОСТ 28283-2015<sup>9</sup>, ГОСТ 31449-2013<sup>10</sup>, ГОСТ 54669-2011<sup>11</sup>, ГОСТ 8218-89<sup>12</sup>, ГОСТ 32901-2014<sup>13</sup>, ГОСТ 32254-2013<sup>14</sup>. Методика выполнения измерений показателей качества молока и других молочных продуктов — на ультразвуковых анализаторах молока «Клевер-2» и «Клевер-2М»<sup>15</sup>.

8) экономических — эффективность применения иммуностимуляторов определяли по методике И.Н. Никитина (2022 г.)<sup>16</sup>. Обработка цифрового материала проведена методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей ( $p < 0,05-0,001$ ) с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel (США).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

На основании зооигиенических исследований было установлено, что показатели воздушного бассейна (температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха, световой коэффициент, коэффициент естественной освещенности, концентрация загрязнителей в воздушной среде — аммиак, сероводород, углекислый газ, бактериальная обсемененность, содержание пыли) соответствуют необходимым нормам. В результате зоотехнического анализа установлено, что рацион коров сбалансирован, обеспечивает организм достаточным количеством энергии, содержит питательные вещества, макро- и микроэлементы, витамины в соответствии с нормами кормления.

Для создания общей картины и решения проблемы заболеваемости маститом проведено обследование 340 лактирующих коров с помощью тест-диагностикума Somatest (ООО «УльтраВет», Россия). Установлена положительная реакция на мастит у 87 животных (25,5%), из которых у 71 коровы диагностирована субклиническая форма мастита (20,8%), а у 16 — клиническая (4,7%) (рис. 1, 2).

Из результатов клинко-физиологических исследований коров в первой серии опытов (по профилактике мастита) следует, что разница температуры тела, частоты пульса и дыхательных движений у экспериментальных животных незначительна, то есть препараты,

Рис. 1. Заболеваемость маститом в стаде коров, %

Fig. 1. The picture of the incidence of mastitis in a herd of cows, %

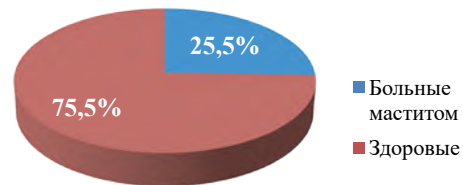
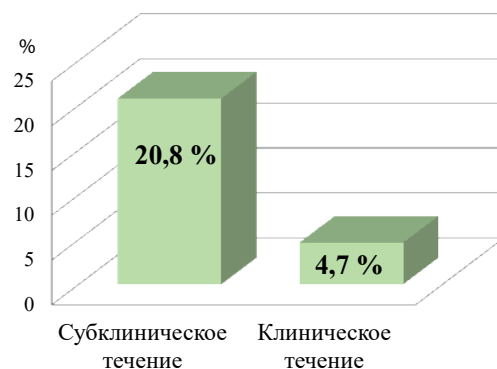


Рис. 2. Субклиническая и клиническая формы мастита в стаде коров, %

Fig. 2. Subclinical and clinical forms of mastitis in a herd of cows, %



<sup>4</sup> Карпюк С.А. Белковые фракции, С-реактивный белок и активность аминотрансфераз сыворотки крови при острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. Ивано-Франковск. 1963; 15.

<sup>5</sup> Гостев В.С. Естественная резистентность организма животных. Л.: Колос. 1950; 24–27.

<sup>6</sup> Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом. Лабораторное дело. 1968; 1: 12.

<sup>7</sup> Смирнова О.В., Кузьмина Т.А. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонелометрии. ЖМЭИ. 1966; 4: 8–11.

<sup>8</sup> Мас-Ewan A.D., Fisher E.W., Selmon I.E. *Hes. Vet. Sci.* 1970; 11: 239.

<sup>9</sup> ГОСТ 28283-2015 Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха.

<sup>10</sup> ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия.

<sup>11</sup> ГОСТ 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности.

<sup>12</sup> ГОСТ 8218-89 Молоко. Метод определения чистоты.

<sup>13</sup> ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа.

<sup>14</sup> ГОСТ 32254-2013 Молоко. Инструментальный экспресс-метод определения антибиотиков.

<sup>15</sup> Методика выполнения измерений показателей качества молока и других молочных продуктов на ультразвуковых анализаторах молока «Клевер-2» и «Клевер-2М». Новосибирск: ООО НПП «БИОМЕР». 2009; 12.

<sup>16</sup> Никитин И.Н. Организация и экономика ветеринарного дела. Санкт-Петербург: Лань. 2022; 368.

используемые в опытах, не влияют на клинико-физиологическое состояние коров.

В ходе первой серии экспериментов было установлено, что на фоне применения препаратов у животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп наблюдалось сокращение сроков наступления первой половой охоты на 9,2 дня, 6,6 и 4,6 дня ( $p < 0,05$ ) относительно контроля ( $43,2 \pm 1,70$  сут.), индекс осеменения был ниже в 2,2 раза ( $p < 0,01$ ), в 1,9 раза ( $p < 0,05$ ) и в 1,2 раза ( $3,1 \pm 0,43$ ), сервис-период был короче на 25,9 суток ( $p < 0,01$ ), 16,8 ( $p < 0,01$ ) и 8,7 суток ( $136,7 \pm 3,5$  сут.) соответственно.

Заболевания послеродового периода, такие как эндометрит и мастит, в контрольной группе были зарегистрированы у 4 и 3 коров соответственно, в 1-й опытной — не диагностированы, во 2-й — по 1 случаю, в 3-й — 2 и 3 случая соответственно. Таким образом, результаты первой серии опытов свидетельствуют о том, что эффективней профилактировать мастит коров иммунотропным препаратом Prevention-N-A-M.

Гематологические исследования показали, что содержание эритроцитов в крови животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп было выше: за 35–30 дней до отела — на 1,04%, 0,35% и 0,17%, нежели в контроле ( $5,74 \pm 0,57 \times 10^{12}/л$ ), за 15–10 дней — на 3,34%, 1,67% и 1,67% ( $5,98 \pm 0,58 \times 10^{12}/л$ ), за 10–5 дней — на 5,01%, 4,35% и 0,33% ( $p < 0,05$ ,  $5,98 \pm 0,09 \times 10^{12}/л$ ), через 3–5 дней после отела — на 10,19% ( $p < 0,01$ ), 9,21% и 0,32% ( $6,08 \pm 0,09 \times 10^{12}/л$ ) соответственно. Динамика уровня гемоглобина в крови экспериментальных животных была аналогична. Повышение количества эритроцитов и уровня гемоглобина в крови коров опытных групп произошло на фоне применения иммунотропных препаратов Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S. В 3-й опытной группе, где применялся «Мастинол», подобная динамика не была замечена.

У животных 1-й и 2-й опытных групп уровень лейкоцитов был выше, чем у животных 3-й опытной и контрольной групп. Такая динамика означает, что организм активизирует клеточные факторы неспецифической защиты на фоне применения иммунотропных препаратов. Видимый соответствующий эффект при применении Prevention-N-A-M оказался более выраженным, но эта разница невелика.

При анализе лейкоцитарной формулы (табл. 1) было установлено, что динамика уровня базофилов в крови подопытных коров в ходе исследования также была статистически недостоверна.

Количество эозинофилов в крови экспериментальных животных подтверждает, что коровы испытывают стресс за 10–5 дней до отела и на 3–5-й день после отела. В то же время уровень этих форменных элементов был выше в крови коров опытных групп, что подтверждает антистрессовый эффект иммунотропных препаратов. Так, количество эозинофилов в крови животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп было выше по сравнению с контролем за 35–30 дней до отела на 4,0%, 4,0% и 4,0%, за 15–10 дней до отела — на 9,6%, 7,1% и 1,7%, за 10–5 дней до отела — на 13,0%, 17,3% и 4,3%, через 3–5 дней после отела — на 13,3%, 15,5% и 2,2% соответственно.

Следует отметить, что содержание палочкоядерных форм нейтрофилов в крови коров 1-й и 2-й подопытных групп было ниже: за 35–30 дней до отела — на 1,5% и 0,9%; за 15–10 дней — на 2,1% и 2,1%; за 10–5 дней — на 2,0% и 1,8%; через 3–5 дней после отела — на 2,6% и 2,3% соответственно. В 3-й опытной группе этот показатель не имел большой разницы с таковым в контрольной работе. В крови подопытных коров даже после отела не выявлено определенных закономерностей в динамике сегментоядерных нейтрофилов. Учитывая, что нейтрофилы обладают фагоцитозом, смещение нейтрофильного ядра вправо свидетельствует об активизации клеточного звена неспецифической резистентности организма под воздействием использованных иммунотропных препаратов.

Установлено, что количество лимфоцитов в крови животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп за весь период исследований было выше, чем в контроле: за 35–30 суток до отела — на 0,2%, 0,2% и 0,2%; за 15–10 суток до отела — на 1,4%, 1,2% и 0,2%; за 10–5 суток до отела — на 1,3%, 1,1% и 0,6%; через 3–5 суток после отела — на 2,6%, 2,4% и 0,2% соответственно. Следовательно, необходимо заметить положительное влияние иммунотропных препаратов на функциональную активность иммунокомпетентных клеток и их продукцию кроветворными органами.

Таким образом, были установлены физиологический лейкоцитоз и эозинофилия, умеренная нейтрофилия со сдвигом ядра вправо и лимфоцитоз, что свидетельствует об активизации факторов неспецифической резистентности и стрессоустойчивости организма коров на фоне применения иммунотропных препаратов, при более достоверном эффекте — Prevention-N-A-M.

Результаты исследований белкового спектра сыворотки крови подопытных животных подтвердили, что

**Таблица 1. Лейкоцитарная формула крови коров**  
**Table 1. Leukocyte formula of cow blood**

Группа животных	Сроки наблюдения, сут.		Группа и вид лейкоцитов					
			гранулоциты, %				агранулоциты, %	
			базофилы	эозинофилы	нейтрофилы		лимфоциты	моноциты
палочкоядерные	сегментоядерные							
Контрольная	35–30	3–5	1,1±0,2	4,8±0,6	4,1±0,6	27,0±1,3	58,0±1,7	4,8±0,7
	15–10		1,3±1,4	5,6±0,6	4,5±0,2	26,5±0,5	57,0±0,7	4,3±0,5
	10–5		1,2±0,4	4,6±0,1	4,2±0,1	27,4±0,1	57,9±1,9	4,7±0,8
1-я опытная	35–30	3–5	1,2±0,5	5,0±0,3	2,6±0,2	28,0±1,4	58,2±1,5	5,0±0,5
	15–10		0,8±1,2	6,2±1,5	2,4±0,4	27,4±0,8	58,4±0,7	4,8±1,1
	10–5		0,6±0,1	5,2±0,2*	2,2±1,2	27,8±0,1*	59,2±0,7	5,0±0,4
2-я опытная	35–30	3–5	1,0±0,6	5,0±0,3	2,2±0,7*	27,0±0,3*	61,4±0,8*	3,6±0,7
	15–10		0,8±1,2	6,2±1,5	2,4±0,4	27,4±0,8	58,4±0,7	4,8±1,1
	10–5		0,6±0,1	5,2±0,2*	2,2±1,2	27,8±0,1*	59,2±0,7	5,0±0,4
3-я опытная	35–30	3–5	1,0±0,6	5,0±0,3	2,2±0,7*	27,0±0,3*	61,4±0,8*	3,6±0,7
	15–10		0,8±1,2	6,2±1,5	2,4±0,4	27,4±0,8	58,4±0,7	4,8±1,1
	10–5		0,6±0,1	5,2±0,2*	2,2±1,2	27,8±0,1*	59,2±0,7	5,0±0,4
3-я опытная	35–30	3–5	1,1±0,5	5,0±0,1	3,0±1,6	27,8±0,1	58,2±0,7	5,0±0,4
	15–10		1,2±0,2	5,7±0,5	2,4±1,6	27,4±1,7	58,2±0,3	5,0±1,1
	10–5		1,4±0,1	4,8±0,6	2,5±1,2	27,6±0,9	59,0±1,4	4,8±0,3
3-я опытная	35–30	3–5	1,0±0,6	5,0±0,3	2,5±0,5*	26,9±0,5*	61,2±0,5*	3,4±0,2
	15–10		1,1±0,5	5,0±0,1	3,9±0,1	27,1±1,4	58,2±1,6	4,9±0,3
	10–5		1,2±0,2	5,7±0,5	4,9±0,5	26,6±0,2	57,2±1,1	4,5±0,1
3-я опытная	35–30	3–5	1,4±0,1	4,8±0,6	3,8±0,3	27,5±0,9	58,5±1,1	4,0±0,4
	15–10		1,0±0,3	4,6±0,3	4,4±0,1	27,3±0,6	59,0±0,3	3,1±0,3
	10–5		1,0±0,3	4,6±0,3	4,4±0,1	27,3±0,6	59,0±0,3	3,1±0,3

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

иммунотропные препараты способствуют стимуляции продукции общего белка, в основном за счет альбуминов и  $\gamma$ -глобулинов.

Уровень общего белка в крови коров 1-й, 2-й и 3-й опытных групп после отела был выше на 3,1 г/л ( $p < 0,01$ ), 2,7 г/л ( $p < 0,05$ ), 0,3 г/л по сравнению с контрольной группой ( $73,1 \pm 0,47$  г/л). Через 3–5 суток после отела содержание альбуминов в сыворотке крови коров контрольной, 1-й, 2-й и 3-й опытных групп снизилось. Но тем не менее величины этого показателя были выше у коров опытных групп по сравнению с контрольными данными.

Следует отметить, что содержание глобулинов у новотельных коров опытных групп оказалось выше, чем в контроле. Сравнивая концентрацию  $\gamma$ -глобулинов в сыворотке крови подопытных животных, можно заключить, что в 1-й и 2-й опытных группах она была выше, чем в контроле. В 3-й опытной группе, где применялся «Мастинол», достоверной разницы не было выявлено.

Снижение белка  $\gamma$ -глобулиновой фракции в крови подопытных коров после отела связано с увеличением выработки лактоглобулинов, направленных на формирование колострального иммунитета телят. Повышенное содержание этого показателя в крови коров опытных групп, как в период беременности, так и после отела, означает, что благодаря иммунотропным препаратам происходит активизация гуморального звена неспецифической защиты организма коров-матерей.

Были проведены иммунобиологические исследования крови коров для определения профиля неспецифической резистентности организма животных (рис. 3–6). Показатели фагоцитарной активности лейкоцитов, бактерицидной активности сыворотки, лизоцимной активности плазмы крови и содержания в ней иммуноглобулинов у животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп на 3–5-е сутки после отела оказались выше, чем в контроле, на 9,7%, 7,6% и 6,6% ( $48,1 \pm 1,62\%$ ), на 8,8%, 6,8% и 3,5% ( $47,4 \pm 1,09\%$ ), 13,6%, 11,2% и 1,8% ( $15,8 \pm 0,47\%$ ), на 1,0, 0,6 и 0,3 мг/мл ( $19,2 \pm 0,52$  мг/мл) соответственно. Этот факт подтверждает, что на фоне применения иммунотропных препаратов произошла активизация клеточных и гуморальных факторов неспецифической резистентности организма коров, при более выраженном эффекте — препарата Prevention-N-A-M.

В результате первой серии опытов установлено, что инъекции препаратов Prevention-N-A-M, Prevention-N-B-S и «Мастинол» способствовали росту удоя за 305 дней лактации. Удой коров контрольной группы составил  $8585 \pm 35,5$  кг и был меньше по сравнению с 1-й опытной на 372 кг, 2-й опытной — 217 кг, 3-й опытной — на 79 кг. Следовательно, на фоне применения иммунотропных препаратов произошла реализация биоресурсного потенциала молочной продуктивности коров. Этот факт связан с тем, что механизмом действия иммунотропных препаратов обуславливается усиление секреции гормонов аденогипофиза, который вырабатывает тропные гормоны: аденокортикотропный, тиреотропный, гонадотропные (фолликулостимулирующий и лютеинизирующий). Эти гормоны участвуют в обменных процессах в организме, а гонадотропные влияют еще и на выработку молока. Более того, в опытных группах коровы меньше болели маститом, при котором у больных коров фиксировались сокращения удоев.

Во второй серии экспериментов было установлено, что лечение катарального мастита в 1-й и 2-й опытной группах иммунотропными препаратами Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S оказалось эффективным на 100%.

Рис. 3. Динамика фагоцитарной активности лейкоцитов

Fig. 3. Dynamics of phagocytic activity of leukocytes

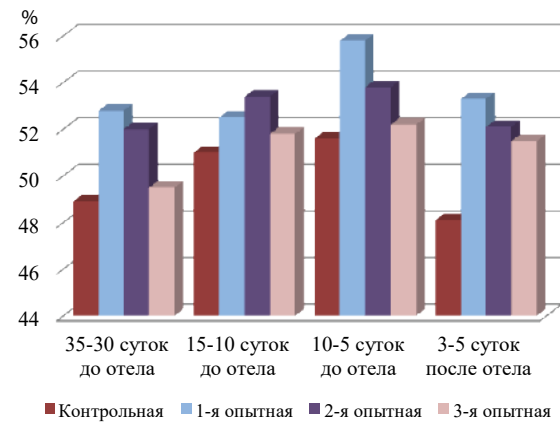


Рис. 4. Динамика бактерицидной активности сыворотки крови

Fig. 4. Dynamics of bactericidal activity of blood serum

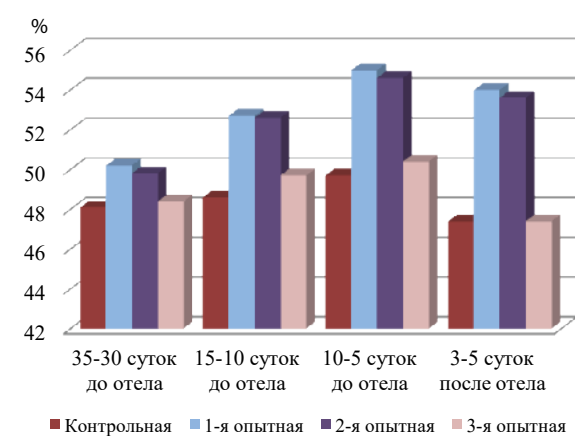


Рис. 5. Динамика лизоцимной активности плазмы крови

Fig. 5. Dynamics of lysozyme activity of blood plasma

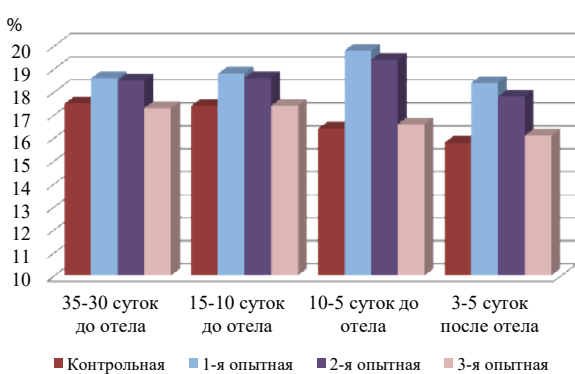
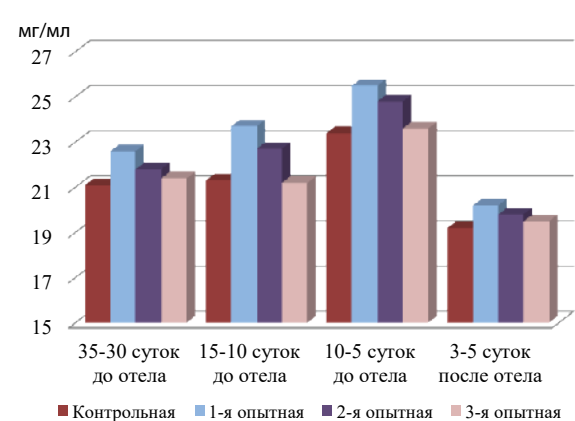


Рис. 6. Динамика концентрации иммуноглобулинов в крови

Fig. 6. Dynamics of the concentration of immunoglobulins in the blood



В 3-й опытной группе после одного курса лечения антибактериальным препаратом «Амоксициллин» клинические признаки заболевания продолжали наблюдаться у одной коровы, терапия оказалась недостаточно эффективной и была продолжена.

Коровы с серозной формой мастита выздоровели во всех опытных группах. Однако в 1-й и 2-й опытных группах сроки выздоровления были короче на 1,4 и 0,8 суток соответственно, нежели в 3-й опытной ( $4,6 \pm 0,25$  сут.), где лечение проходило без применения иммуностропных препаратов.

При гнойно-катаральной форме мастита коров предложенные схемы лечения оказались малоэффективными. Так, в 1-й опытной группе из 5 коров выздоровели 4, во 2-й — 3, в 3-й — 3.

Таким образом, иммуностропные препараты Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S наиболее целесообразны и имеют наибольший терапевтический эффект при серозном и катаральном мастите коров.

Установлено, что микробиологические, органолептические, физико-химические, спектрометрические показатели и содержание антибиотиков в пробах молока коров подопытных групп соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия.

КМАФАнМ в пробах молока от коров контрольной группы ( $5,1 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>) превышал норматив на  $0,1 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>. В опытных группах этот показатель находился в пределах нормы и был ниже, чем в контрольной, на  $3,2 \times 10^5$ ,  $3,2 \times 10^5$  и  $2,7 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно.

Наименьшее количество соматических клеток выявлено в 1-й опытной группе ( $1,5 \times 10^5$  см<sup>3</sup>), где применялся комплексный иммуностропный препарат Prevention-N-A-M, что меньше, чем в контрольной группе ( $2,4 \times 10^5$  см<sup>3</sup>), на  $0,9 \times 10^5$  см<sup>3</sup>. Инъекции иммуностропного препарата Prevention-N-B-S и препарата «Мастинол» способствовали снижению содержания соматических клеток в молоке на  $0,8 \times 10^5$  и  $0,4 \times 10^5$  см<sup>3</sup> соответственно, нежели в контроле.

Органолептические показатели всех проб соответствовали ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Физико-химические показатели проб молока несколько варьировали. Кислотность молока в контрольной группе оказалась наибольшей —  $17,9 \pm 0,02$  °Т, наименьший показатель был зарегистрирован в 1-й опытной группе —  $16,0 \pm 0,02$  °Т.

По содержанию сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) коровы 1-й опытной группы ( $8,86 \pm 0,11\%$ ) превосходили сверстниц в контроле ( $8,26 \pm 0,14$ ) на 6,7%, 2-й опытной группы ( $8,75 \pm 0,15$ ) на 5,6%, 3-й опытной группы ( $8,47 \pm 0,12$ ) — на 2,5%.

Плотность молока коровьего сырого согласно нормативным документам должна составлять не менее  $1027$  кг/м<sup>3</sup>. В пробах молока коров данный показатель соответствовал нормативному значению:  $1030,20 \pm 0,20$  кг/м<sup>3</sup> — в контрольной группе,

$1028,29 \pm 0,15$ ,  $1029,50 \pm 0,17$ ,  $1030,15 \pm 0,22$  кг/м<sup>3</sup> — в 1-й, 2-й и 3-й опытных группах соответственно.

Исследование проб молока на наличие и количество механических примесей позволяет определить группу чистоты. В связи с отсутствием данных примесей при фильтрации всех проб молока они были отнесены к I группе чистоты.

Спектрометрическими исследованиями не выявлено превышения тяжелых металлов в молоке. Их содержание во всех пробах было идентичным: мышьяк — менее 0,01 мг/кг, ртуть — менее 0,002 мг/кг, кадмий — менее 0,01 мг/кг, свинец — 0,025 мг/кг.

Результаты исследования проб молока на наличие левомицетина, стрептомицина, тетрациклина и пенициллина были отрицательными.

Экономическая эффективность профилактики мастита коров с использованием Prevention-N-A-M, Prevention-N-B-S и «Мастинола» составила на 1 руб. дополнительных затрат 6,30 руб., 5,40 руб. и 1,07 руб. соответственно, а эффективность лечения иммуностропными препаратами — 1,67 руб. и 0,26 руб. соответственно.

### Выводы/Conclusion

Таким образом, были предложены комплексные иммуностропные препараты Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S и схемы их применения при профилактике и лечении мастита коров. Иммуностропный препарат Prevention-N-A-M, оказывая более выраженный стимулирующий эффект на неспецифическую резистентность и гемопозез, нежели Prevention-N-B-S, повышает устойчивость организма коров к возбудителям мастита в периоды сухостоя, новотельности и лактации, а также участвует в реализации биоресурсного потенциала продуктивных качеств. Кроме этого, Prevention-N-A-M имеет наиболее высокий терапевтический эффект при клиническом мастите и способствует сокращению сроков выздоровления по сравнению с иммуностропным препаратом Prevention-N-B-S.

### Предложения производству / Production offers

С целью профилактики и лечения мастита коров рекомендуем стимулировать неспецифическую резистентность организма, а именно:

- 1) при профилактике клинического мастита коров применять иммуностропные препараты нового поколения Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S в дозе 10 мл трехкратно за 45–40, 25–20 и 15–10 суток до отела;
- 2) при лечении серозного и катарального мастита коров применять иммуностропные препараты Prevention-N-A-M и Prevention-N-B-S в дозе 40 мл трехкратно с интервалом 24 часа.

Иммуностропные препараты способствуют профилактике и лечению мастита, предупреждают послеродовые осложнения, улучшают воспроизводительные и продуктивные качества молочных коров за счет активизации гемопозеза, метаболизма, избирательной мобилизации факторов клеточного и гуморального звеньев неспецифической резистентности организма, при более выраженном эффекте — Prevention-N-A-M.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Dalanezi F.M. *et al.* Influence of pathogens causing clinical mastitis on reproductive variables of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(4): 3648–3655. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16841>
- Dahiya S., Kumari S., Rani P., Onteru S.K., Singh D. Postpartum uterine infection & ovarian dysfunction. *Indian Journal of Medical Research*. 2018; 148(S1): S64–S70.
- Kurokawa Y. *et al.* Effect of relationships among clinical mastitis incidence, reproductive performance, and culling rate on the lifetime of dairy cows at Hiroshima University Farm. *Animal Science Journal*. 2021; 92(1): e13591. <https://doi.org/10.1111/asj.13591>
- Sah K., Karki P., Shrestha R.D., Sigdel A., Adesogan A.T., Dahl G.E. *MILK Symposium review: Improving control of mastitis in dairy animals in Nepal. Journal of Dairy Science*. 2020; 103(11): 9740–9747. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18314>
- Слободяник В.И. Влияние активной и пассивной иммунизации на уровень защитных факторов секрета вымени и крови при проведении лечебно-профилактических мероприятий при мастите у коров. *Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. Материалы III Международной конференции по ветеринарно-санитарной экспертизе*. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. 2019; 4: 140–145. <https://www.elibrary.ru/lhagxa>
- Awandkar S.P., Kulkarni M.B., Khode N.V. Bacteria from bovine clinical mastitis showed multiple drug resistance. *Veterinary Research Communications*. 2021; 46(1): 147–158. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09838-8>
- Guo M. *et al.* Bacteriophage Cocktails Protect Dairy Cows Against Mastitis Caused By Drug Resistant *Escherichia coli* Infection. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021; 11: 690377. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.690377>
- Strasser F.J. *et al.* Pathogen dependent effects of high amounts of oxytocin on the bloodmilk barrier integrity during mastitis in dairy cows. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2021; 163(5): 327–337. <https://doi.org/10.17236/sat00302>
- Ashraf A., Imran M. Diagnosis of bovine mastitis: from laboratory to farm. *Tropical Animal Health and Production*. 2018; 50(6): 1193–1202. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1629-0>
- Hogeveen H. *et al.* Novel ways to use sensor data to improve mastitis management. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(10): 11317–11332. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19097>
- Wang Y. *et al.* Dietary Supplementation of Inulin Ameliorates Subclinical Mastitis via Regulation of Rumen Microbial Community and Metabolites in Dairy Cows. *Microbiology Spectrum*. 2021; 9(2): e00105-21. <https://doi.org/10.1128/Spectrum.00105-21>
- Dodd F.H. Mastitis — Progress on Control. *Journal of Dairy Science*. 1983; 66(8): 1773–1780. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82005-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82005-0)
- Лузова А.В., Семенов В.Г., Кириллов Н.К., Чиргин Е.Д., Бирюкова Д.Е. Неспецифическая резистентность организма коров к маститу на фоне применения иммуностимуляторов. *Ветеринарный врач*. 2022; (2): 40–48. [https://doi.org/10.33632/1998-698X.2022\\_40\\_48](https://doi.org/10.33632/1998-698X.2022_40_48)

## ОБ АВТОРАХ

**Владимир Григорьевич Семенов<sup>1</sup>**  
доктор биологических наук, профессор  
semenov\_v.g@list.ru  
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

**Владимир Григорьевич Тюрин<sup>2,4</sup>**  
доктор ветеринарных наук, профессор  
potyemkina@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

**Фаррух Атауллахович Мусаев<sup>3</sup>**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
musaev@rgatu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0581-1377>

**Нина Ивановна Морозова<sup>3</sup>**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
morozova@rgatu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8414-4890>

**Анна Вячеславовна Лузова<sup>1</sup>**  
кандидат ветеринарных наук  
luzova\_anna@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8584-7205>

**Дарья Эдуардовна Бирюкова<sup>1</sup>**  
аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии  
darya\_birik@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-6589-691X>

<sup>1</sup> Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, Чебоксары, 428003, Россия

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

<sup>3</sup> Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, ул. Костычева, 1, Рязань, 390044, Россия

<sup>4</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, ул. Академика Скрябина, 23, Москва, 109472, Россия

## REFERENCES

- Dalanezi F.M. *et al.* Influence of pathogens causing clinical mastitis on reproductive variables of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(4): 3648–3655. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16841>
- Dahiya S., Kumari S., Rani P., Onteru S.K., Singh D. Postpartum uterine infection & ovarian dysfunction. *Indian Journal of Medical Research*. 2018; 148(S1): S64–S70.
- Kurokawa Y. *et al.* Effect of relationships among clinical mastitis incidence, reproductive performance, and culling rate on the lifetime of dairy cows at Hiroshima University Farm. *Animal Science Journal*. 2021; 92(1): e13591. <https://doi.org/10.1111/asj.13591>
- Sah K., Karki P., Shrestha R.D., Sigdel A., Adesogan A.T., Dahl G.E. *MILK Symposium review: Improving control of mastitis in dairy animals in Nepal. Journal of Dairy Science*. 2020; 103(11): 9740–9747. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18314>
- Slobodyanik V.I. Influence of active and passive immunization on the level of protective factors of udder and blood secretions during therapeutic and preventive measures for mastitis in cows. *Veterinary and sanitary aspects of quality and safety of agricultural products. Proceedings of the III International Conference on Veterinary and sanitary expertise*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2019; 4: 140–145 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lhagxa>
- Awandkar S.P., Kulkarni M.B., Khode N.V. Bacteria from bovine clinical mastitis showed multiple drug resistance. *Veterinary Research Communications*. 2021; 46(1): 147–158. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09838-8>
- Guo M. *et al.* Bacteriophage Cocktails Protect Dairy Cows Against Mastitis Caused By Drug Resistant *Escherichia coli* Infection. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021; 11: 690377. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.690377>
- Strasser F.J. *et al.* Pathogen dependent effects of high amounts of oxytocin on the bloodmilk barrier integrity during mastitis in dairy cows. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2021; 163(5): 327–337. <https://doi.org/10.17236/sat00302>
- Ashraf A., Imran M. Diagnosis of bovine mastitis: from laboratory to farm. *Tropical Animal Health and Production*. 2018; 50(6): 1193–1202. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1629-0>
- Hogeveen H. *et al.* Novel ways to use sensor data to improve mastitis management. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(10): 11317–11332. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19097>
- Wang Y. *et al.* Dietary Supplementation of Inulin Ameliorates Subclinical Mastitis via Regulation of Rumen Microbial Community and Metabolites in Dairy Cows. *Microbiology Spectrum*. 2021; 9(2): e00105-21. <https://doi.org/10.1128/Spectrum.00105-21>
- Dodd F.H. Mastitis — Progress on Control. *Journal of Dairy Science*. 1983; 66(8): 1773–1780. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82005-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82005-0)
- Luzova A.V., Semenov V.G., Kirillov N.K., Chirgin E.D., Biryukova D.E. Nonspecific resistance of cows to mastitis against the background of the use of immunostimulants. *The Veterinary Vrach*. 2022; (2): 40–48 (in Russian). [https://doi.org/10.33632/1998-698X.2022\\_40\\_48](https://doi.org/10.33632/1998-698X.2022_40_48)

## ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir Grigoryevich Semenov<sup>1</sup>**  
Doctor of Biological Sciences, Professor  
semenov\_v.g@list.ru  
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

**Vladimir Grigorievich Tyurin<sup>2,4</sup>**  
Doctor of Veterinary Sciences, Professor  
potyemkina@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

**Farrukh Ataullovich Musaev<sup>3</sup>**  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
musaev@rgatu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0581-1377>

**Nina Ivanovna Morozova<sup>3</sup>**  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
morozova@rgatu.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8414-4890>

**Anna Vyacheslavovna Luzova<sup>1</sup>**  
Candidate of Veterinary Sciences  
luzova\_anna@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8584-7205>

**Daria Eduardovna Biryukova<sup>1</sup>**  
postgraduate student of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy  
darya\_birik@bk.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-6589-691X>

<sup>1</sup> Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Str., Cheboksary, 428003, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology, 5 Zvenigorodskoe Highway, Moscow, 123022, Russia

<sup>3</sup> Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1 Kostycheva Str., Ryazan, 390044, Russia

<sup>4</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin, 23 Academician Scriabin Str., Moscow, 109472, Russia

Г.А. Нурлыгаянова<sup>1, 2</sup> ✉  
 В.И. Белоусов<sup>1, 2</sup>  
 С.В. Зюзгина<sup>1</sup>  
 А.Н. Скворцова<sup>1</sup>  
 М.С. Шишкина<sup>1</sup>  
 М.М. Микайлов<sup>3</sup>  
 Э.А. Яникова<sup>3</sup>  
 А.А. Халиков<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральный центр охраны здоровья животных, Москва, Россия

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>3</sup> Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», Махачкала, Россия

✉ nurlygayanova-ga@mail.ru

Поступила в редакцию:  
27.12.2023

Одобрена после рецензирования:  
11.04.2024

Принята к публикации:  
25.04.2024

#### Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-46-50

Gulnara A. Nurlygayanova<sup>1, 2</sup> ✉  
 Vasily I. Belousov<sup>1, 2</sup>  
 Svetlana V. Zyuzgina<sup>1</sup>  
 Anastasia N. Skvortsova<sup>1</sup>  
 Maria S. Shishkina<sup>1</sup>  
 Mikail M. Mikailov<sup>3</sup>  
 Elmira A. Yanikova<sup>3</sup>  
 Ahmad A. Khalikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal Center for Animal Health Protection, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Academy Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA by K.I. Scriabin, Moscow, Russia

<sup>3</sup> The Caspian Zonal Veterinary Research Institute is a branch of the Federal State budgetary scientific institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", Makhachkala, Russia

✉ nurlygayanova-ga@mail.ru

Received by the editorial office:  
27.12.2023

Accepted in revised:  
11.04.2024

Accepted for publication:  
25.04.2024

# Оценка эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах Российской Федерации за период с 2020 по 2022 год

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Случная болезнь — актуальное заболевание лошадей во многих странах, включая Россию, где на 16 административных территориях зарегистрированы случаи заболевания. В Российской Федерации удельный вес случной болезни составляет около 47% в общей инфекционной и паразитарной патологии лошадей. Уровень смертности высокий — до 30–50%, иногда выше. Лечение больных животных запрещено.

**Цель исследования** — изучить эпизоотическую ситуацию по случной болезни в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах, где зарегистрирована высокая плотность поголовья лошадей.

**Методы.** Эпизоотическую ситуацию по случной болезни лошадей с 2020 по 2022 год изучали по материалам годовых отчетов, представленных государственными ветеринарными лабораториями Российской Федерации.

Реакция связывания комплемента (РСК) — основной метод прижизненной диагностики случной болезни.

**Результаты.** Серологические исследования на случную болезнь лошадей с 2020 по 2022 г. выполнены во всех субъектах Северо-Кавказского и Южного федеральных округов. Установлено, что эпизоотическая ситуация по случной болезни на территории Южного федерального округа — благополучная, в ряде регионов Северо-Кавказского федерального округа — напряженная. Так, специфические антитела к возбудителю случной болезни выявлены в Северо-Кавказском ФО в 36 случаях, в том числе в Республике Дагестан — 27, в Чеченской Республике — 4, в Кабардино-Балкарской Республике — 3, в Карачаево-Черкесской Республике — 2. Таким образом, эпизоотическая обстановка по случной болезни на территории юга России различна.

**Ключевые слова:** случная болезнь, лошади, серологическая диагностика, РСК, антитела, эпизоотическая ситуация, регионы России

**Для цитирования:** Нурлыгаянова Г.А. и др. Оценка эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах Российской Федерации за период с 2020 по 2022 год. *Аграрная наука.* 2024; 382(5): 46–50.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-46-50>

© Нурлыгаянова Г.А., Белоусов В.И., Зюзгина С.В., Скворцова А.Н., Шишкина М.С., Микайлов М.М., Яникова Э.А., Халиков А.А.

# Assessment of the epizootic situation of dourine in horses in the North Caucasus and Southern Federal Districts of the Russian Federation from 2020 to 2022

## ABSTRACT

**Relevance.** Accidental disease is an actual disease of horses in many countries, including Russia, where cases of the disease have been registered in 16 administrative territories. In the Russian Federation, the proportion of accidental illness is about 47% in the general infectious and parasitic pathology of horses. The mortality rate is high, up to 30–50%, sometimes higher. The treatment of sick animals is prohibited. The purpose of the study is to study the epizootic situation of accidental illness in the North Caucasus and Southern Federal Districts, where a high density of horse population is registered.

**Methods.** The epizootic situation of accidental equine disease from 2020 to 2022 was studied based on the materials of annual reports submitted by the state veterinary laboratories of the Russian Federation. The complement binding reaction (CFT) is the main method of lifetime diagnosis of accidental illness.

**Results.** Serological studies for accidental equine disease from 2020 to 2022 were performed in all subjects of the North Caucasus and Southern Federal Districts. It has been established that the epizootic situation of accidental illness in the territory of the Southern Federal District is prosperous, and in a number of regions of the North Caucasus Federal District it is tense. Thus, specific antibodies to the causative agent of accidental disease were detected in the North Caucasus Federal District in 36 cases, including in the Republic of Dagestan — 27, in the Chechen Republic — 4, in the Kabardino-Balkarian Republic — 3, in the Karachay-Cherkess Republic — 2. Thus, the epizootic situation in the South of Russia is different.

**Key words:** dourine, horses, serological diagnostics, CFT, antibodies, epizootic situation, regions of the Russia

**For citation:** Nurlygayanova G.A. *et al.* Assessment of the epizootic situation of accidental equine disease in the North Caucasus and Southern Federal Districts of Russian Federation from 2020 to 2022. *Agrarian science.* 2024; 382(5): 46–50 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-46-50>

© Nurlygayanova G.A., Belousov V.I., Zyuzina S.V., Skvortsova A.N., Shishkina M.S., Mikailov M.M., Yanikova E.A., Khalikov A.A.



## Введение/Introduction

Случная болезнь (дурина, подседал) — высоко контагиозное заразное заболевание лошадей, ослов, мулов и других животных семейства лошадиных, вызываемое возбудителем *Trypanosoma equiperdum*, жгутиковым простейшим из рода *Trypanosoma* отряда *Trypanosomatida* [1]. Основные клинические признаки, характерные для случной болезни однокопытных животных: отеки половых органов, вымени, живота (отечный брус), вульвиты, вагиниты, парафимозы, кератиты, конъюнктивиты, появление на коже язв и ее депигментация, развитие парезов и параличей губ и ушей, расстройство координации движения, аборт. Кожная бляшка является патогномичным признаком и обычно сохраняется от 3 до 7 дней [2, 3].

Всемирной организацией по охране здоровья животных (ВОЗЖ, ранее — МЭБ)<sup>1</sup> случная болезнь включена в Перечень болезней наземных животных как заболевание, подлежащее обязательному контролю с целью недопущения распространения возбудителя болезни при международной торговле животными и продукцией животноводства [3, 4].

Неблагополучны по случной болезни лошадей страны Африки, Южной Америки, Азии, Ближнего Востока, Южной и Восточной Европы, в том числе Россия [1, 3, 5–9]. Случная болезнь установлена в государствах, территориально сопредельных с Российской Федерацией: Казахстане, Киргизии, Узбекистане, Таджикистане, что повышает риск заноса патогена на эндемичные территории нашей страны [10–12].

Исследователи сообщают, что болезни трипаносомной природы являются причиной снижения продуктивности у лошадей, увеличения смертности и экономических потерь. Страны несут значительный урон на внешнем рынке при реализации продуктов коневодства, поголовья племенных и товарных лошадей [11, 13].

В Российской Федерации случная болезнь остается серьезной угрозой для здоровья лошадей и благополучия отечественного коневодства. На 16 административных территориях страны зарегистрированы случаи заболевания указанной болезнью. Удельный вес случной болезни составляет около 47% в общей инфекционной и паразитарной патологии лошадей [10]. Наиболее тяжело заболевание протекает у лошадей, особенно чистокровных пород, погибают от 30 до 50% (иногда и более) заболевших животных [14].

На всей территории Российской Федерации лабораторно-диагностические исследования на случную болезнь животных выполняются согласно нормативному документу<sup>2</sup>, регламентирующему применение серологического метода исследования в реакции связывания компонента (РСК) для выявления специфических

антител к возбудителю болезни. Метод РСК является международным диагностическим тестом [3], официально рекомендован ВОЗЖ<sup>1</sup>.

В соответствии с требованиями нормативного документа, регламентирующего на территории России профилактику и борьбу со случной болезнью лошадей<sup>3</sup>, лечение больных животных запрещено. Государственной ветеринарной службой страны осуществляется выбраковка всех заболевших животных независимо от их экономической и производственной ценности. Убой больных особей выполняется на специализированном предприятии. Проводится уничтожение трупов, абортированных плодов, молока и генетического материала.

Случная болезнь лошадей включена в Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2011 г. № 476 «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)» [п. 62 Случная болезнь лошадей (трипаносомоз)]<sup>4</sup>.

Важно отметить, что в России наибольшее количество лошадей сосредоточено в Забайкальском крае, а также в республиках Алтай, Башкортостан, Саха (Якутия) и Тыва. При этом самая высокая плотность поголовья установлена в республиках Алтай, Кабардино-Балкария и Карачаево-Черкесия. Численность и плотность животных на 1 км<sup>2</sup> общей площади составляет (1 лошадь = 0,66 усл. ед.). В этих условиях возрастает риск возникновения и распространения заболеваний, в том числе и случной болезни<sup>5</sup>.

*Цель исследований* — анализ эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей в субъектах Северо-Кавказского и Южного федеральных округов Российской Федерации с 2020 по 2022 год.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эпизоотическую ситуацию по случной болезни лошадей с 2020 по 2022 год изучали по материалам годовых отчетов<sup>6</sup>, представленных государственными ветеринарными лабораториями Российской Федерации.

Материалом для научного исследования являлись статистические данные, полученные после анализа необходимой информации. Анализ подвергнуты результаты серологических исследований на случную болезнь лошадей, выполненные в реакции связывания компонента (РСК)<sup>2</sup>.

Статистическую обработку полученных данных провели с помощью программного обеспечения Microsoft Excel (США).

При выполнении анализа эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей на административной

<sup>1</sup> [https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chaptre\\_oie\\_listed\\_disease.htm](https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chaptre_oie_listed_disease.htm)

<sup>2</sup> Методические указания по лабораторным исследованиям на трипаносомозы лошадей, верблюдов, ослов, мулов и собак (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрод РФ от 06.09.1994 № 13-7-3/150).

<sup>3</sup> Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 24.09.2021 № 656 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидации очагов случной болезни лошадей (трипаносомоза)» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 октября 2021 г., регистрационный № 65636).

<sup>4</sup> Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2011 г. № 476 «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 13 февраля 2012 г., регистрационный № 23206). Приложение к Приказу Минсельхоза России от 19 декабря 2011 года № 476 (с изм. на 25 сентября 2020 г.).

<sup>5</sup> Гуленкин В.М., Коренной Ф.И., Баташова Д.С., Караулов А.К. (сост.). Атлас популяции основных видов сельскохозяйственных животных в Российской Федерации. Владимир: ВНИИЗЖ. 2016; 25.

<sup>6</sup> Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 2 апреля 2008 г. № 189 «О Регламенте предоставления информации в систему государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства. Сведения о работе ветеринарных лабораторий» (зарегистрирован в Минюсте РФ 18.04.2008 № 11557). [https://fsvps.gov.ru/iac/asf/laws/reglament\\_189.pdf](https://fsvps.gov.ru/iac/asf/laws/reglament_189.pdf)

<sup>7</sup> <https://foxford.ru/wiki/geografiya/administrativno-territorialnoye-deleniye-rossii>

территории страны руководствовались актуальным административно-территориальным устройством (делением) Российской Федерации<sup>7</sup> на федеральные округа (ФО).

В состав Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) входят 7 субъектов Российской Федерации, в том числе 6 республик (Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия — Алания, Чечня) и Ставропольский край.

В Южный федеральный округ (ЮФО) входят 8 субъектов Российской Федерации: Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Крым, Краснодарский край, Астраханская область, Волгоградская область, Ростовская область и г. Севастополь.

**Результаты и обсуждение / Results and discussion**

С целью эпизоотологического контроля по предотвращению возникновения и распространения заразных болезней лошадей на территории Российской Федерации специалистами Государственной ветеринарной службы Северо-Кавказского и Южного федеральных округов проведены серологические исследования на случную болезнь в соответствии с ежегодными планами противоэпизоотических мероприятий. Исследовались животные независимо от их экономической и хозяйственной ценности, содержащиеся в хозяйствах различных форм собственности. Лабораторно-диагностическим исследованиям на случную болезнь в реакции связывания комплемента (РСК) подвергнуты индивидуальные пробы сывороток крови от лошадей, что способствует своевременному выявлению больных и сомнительно реагирующих особей.

Всего в 2020 году на территории 7 субъектов Северо-Кавказского федерального округа проведено 20 601 серологическое исследование с целью обнаружения специфических антител к возбудителю случной болезни лошадей. Выявлены 16 положительных случаев (0,08%) в 4 субъектах РФ (табл. 1).

Анализ показал, что наибольшее количество лошадей, положительно реагирующих на случную болезнь, установлено в Республике Дагестан — 12, что составляет 75% от всех положительных результатов, выявленных в СКФО в 2020 году и может указывать на напряженную эпизоотическую ситуацию по данной болезни на территории субъекта РФ. Специфические антитела к возбудителю случной болезни обнаружены у животных и в Кабардино-Балкарской Республике (1), Карачаево-Черкесской Республике (2), Чеченской Республике (1).

В течение 2020 года специалистами Государственной ветеринарной службы СКФО не выявлено положительно реагирующих лошадей на случную болезнь в Республике Ингушетия, Республике Северная Осетия — Алания и Ставропольском крае.

Результаты серологических исследований на наличие специфических антител к возбудителю случной болезни лошадей, выполненные государственными лабораториями СКФО в 2021 году, приведены в таблице 2.

Из данных (табл. 2) видно, что в 2021 году на территории СКФО проведены 31 072 пробы серологических исследований на случную болезнь лошадей, что на 10 471 пробу больше, чем в 2020 году. Всего выявлено 13 (0,04%) положительно реагирующих особей.

На территории Республики Дагестан сохраняется сложная эпизоотическая ситуация по случной болезни. В течение 2021 года в данном субъекте РФ

**Рис. 1.** Количество лошадей, положительно реагирующих на случную болезнь в регионах юга России<sup>8</sup> (2020–2022 гг.)

**Fig. 1.** The number of horses responding positively to dourine in the regions of Southern Russia<sup>8</sup> (2020–2022)



**Таблица 1. Результаты серологических исследований лошадей на случную болезнь в Северо-Кавказском федеральном округе (2020 г.)**

**Table 1. Results of serological studies of horses for accidental disease in the North Caucasus Federal District (2020)**

Субъект РФ	Всего исследовано в РСК, проб	Всего положительных в РСК, проб	Положительных, в %
Республика Дагестан	1593	12	0,7
Республика Ингушетия	547	–	–
Кабардино-Балкарская Республика	112	1	0,9
Карачаево-Черкесская Республика	4699	2	0,04
Республика Северная Осетия — Алания	104	–	–
Чеченская Республика	2643	1	0,04
Ставропольский край	10 903	–	–
Итого	20 601	16	0,08

**Таблица 2. Результаты серологических исследований лошадей на случную болезнь в Северо-Кавказском федеральном округе (2021 г.)**

**Table 2. Results of serological studies of horses for accidental disease in the North Caucasus Federal District (2021)**

Субъект РФ	Всего исследовано в РСК, проб	Всего положительных в РСК, проб	Положительных, в %
Республика Дагестан	4906	9	0,2
Республика Ингушетия	965	–	–
Кабардино-Балкарская Республика	4782	2	0,04
Карачаево-Черкесская Республика	8026	–	–
Республика Северная Осетия — Алания	153	–	–
Чеченская Республика	1979	2	0,1
Ставропольский край	10 261	–	–
Итого	31 072	13	0,04

выявлено наибольшее количество положительно реагирующих особей (9) в популяции лошадей, что составляет 69,2% от всех выявленных положительных случаев в СКФО. Специфические антитела обнаружены в Кабардино-Балкарской Республике (2) и Чеченской Республике (2), эпизоотическая ситуация напряженная.

<sup>8</sup> [https://s-narodom.ru/wp-content/uploads/posts/2017-06/1498065685\\_uj.jpg](https://s-narodom.ru/wp-content/uploads/posts/2017-06/1498065685_uj.jpg)

Важно отметить, что в 2021 году в Карачаево-Черкесской Республике по отношению к 2020 году увеличилось количество исследованных проб в 1,7 раза, при этом положительных случаев не выявлено, эпизоотическая ситуация по случной болезни лошадей стабилизируется.

Таким образом, в течение анализируемых лет не выявлено положительно реагирующих животных на территории Республики Ингушетия, Республики Северная Осетия — Алания, Ставропольского края, что может свидетельствовать о своевременном выполнении Государственной ветеринарной службой субъектов Северо-Кавказского федерального округа профилактических и противоэпизоотических мероприятий по случной болезни лошадей.

Результаты лабораторного контроля случной болезни лошадей в 8 регионах Южного федерального округа за 2020–2021 годы представлены в таблицах 3, 4.

Анализ материалов, представленных в таблице 3, показал, что Государственной ветеринарной службой Южного федерального округа (ЮФО) в 2020 году исследованы 49 150 проб сыворотки крови лошадей на случную болезнь, по результатам испытаний положительно реагирующих не выявлено.

Как видно из данных (табл. 4), всего на территории ЮФО в 2021 году исследована 47 581 проба сыворотки крови на случную болезнь лошадей, специфические антитела к возбудителю болезни не обнаружены.

В течение 2022 года специалистами Государственной ветеринарной службы Северо-Кавказского федерального округа выявлены 3 неблагополучных пункта по случной болезни лошадей, в том числе 2 в Республике Дагестан и 1 в Чеченской Республике. Всего заболели случной болезнью на территории Республики Дагестан 6 особей, в Чеченской Республике — 1 (табл. 5).

На рисунке 1 цифрами указано количество лошадей, положительно реагирующих на случную болезнь, выявленных в регионах Северо-Кавказского федерального округа в течение трех анализируемых лет.

### Выводы/Conclusions

Государственной ветеринарной службой Российской Федерации проведены лабораторные исследования на случную болезнь лошадей во всех субъектах Северо-Кавказского и Южного федеральных округов.

Всего с 2020 по 2022 год в 4 регионах СКФО выявлены животные, положительно реагирующие на случную болезнь, в том числе в Республике Дагестан — 27, в Чеченской Республике — 4, в Кабардино-Балкарской Республике — 3, в Карачаево-Черкесской Республике — 2.

Не выявлены сывороточные антитела на случную болезнь лошадей в 3 субъектах Северо-Кавказского федерального округа (Республика Ингушетия, Республика Северная Осетия — Алания, Ставропольский край), а также во всех регионах Южного федерального округа.

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

- Gizaw Y., Megersa M., Fayera T. Dourine: a neglected disease of equids. *Tropical Animal Health and Production*. 2017; 49(5): 887–897. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1280-1>
- Юров К.П., Алексеенкова С.В. Этиология заболеваний лошадей с неврологическим синдромом. *Российский ветеринарный журнал*. 2017; (9): 5–9. <https://elibrary.ru/ztuwsp>
- Zablotsky V.T., Georgiou C., Waal Th. de, Clausen P.H., Claes F., Touratier L. The current challenges of dourine: difficulties in differentiating *Trypanosoma equiperdum* within the subgenus *Trypanozoon*. *Revue Scientifique et Technique*. 2003; 22(3): 1087–1096. <https://doi.org/10.20506/rst.22.3.1460>

Таблица 3. Результаты серологических исследований лошадей на случную болезнь в Южном федеральном округе (2020 г.)

Table 3. Results of serological studies of horses for accidental disease in the Southern Federal District (2020)

Субъект РФ	Всего исследовано в РСК, проб	Всего положительных в РСК, проб	Положительных, в %
Республика Адыгея	1825	–	–
Республика Калмыкия	8432	–	–
Республика Крым	251	–	–
Астраханская область	12 672	–	–
Волгоградская область	10 690	–	–
Краснодарский край	11 162	–	–
Ростовская область	4118	–	–
г. Севастополь	–	–	–
Итого	49 150	–	–

Таблица 4. Результаты серологических исследований лошадей на случную болезнь в Южном федеральном округе (2021 г.)

Table 4. Results of serological studies of horses for accidental disease in the Southern Federal District (2021)

Субъект РФ	Всего исследовано в РСК, проб	Всего положительных в РСК, проб	Положительных, в %
Республика Адыгея	1757	–	–
Республика Калмыкия	6281	–	–
Республика Крым	255	–	–
Астраханская область	12 084	–	–
Волгоградская область	11 537	–	–
Краснодарский край	11 043	–	–
Ростовская область	4624	–	–
г. Севастополь	–	–	–
Итого	47 581	–	–

Таблица 5. Эпизоотическая ситуация по случной болезни лошадей в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах (2022 г.)

Table 5. Epizootic situation of accidental equine disease in the North Caucasus and Southern Federal Districts (2022)

Федеральный округ РФ	Количество неблагополучных пунктов	Заболело, гол.
СКФО	3	7
ЮФО	–	–

Установлено, что эпизоотическая ситуация по случной болезни лошадей на территории Южного федерального округа благополучная, а в ряде субъектов Северо-Кавказского федерального округа — напряженная.

Таким образом, эпизоотическая обстановка на территории юга России различна, что требует особых подходов при решении вопросов профилактики и борьбы с возбудителем случной болезни.

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

- Gizaw Y., Megersa M., Fayera T. Dourine: a neglected disease of equids. *Tropical Animal Health and Production*. 2017; 49(5): 887–897. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1280-1>
- Yurov K.P., Alekseenkova S.V. Etiology of diseases of horses with neurological syndrome. *Russian Veterinary Journal*. 2017; (9): 5–9 (in Russian). <https://elibrary.ru/ztuwsp>
- Zablotsky V.T., Georgiou C., Waal Th. de, Clausen P.H., Claes F., Touratier L. The current challenges of dourine: difficulties in differentiating *Trypanosoma equiperdum* within the subgenus *Trypanozoon*. *Revue Scientifique et Technique*. 2003; 22(3): 1087–1096. <https://doi.org/10.20506/rst.22.3.1460>

4. Георгиу Х., Белименко В.В., Самойловская Н.А. Паразитарные болезни животных из списка МЭБ. М.: ИИФРА-М. 2016; 88. ISBN 978-5-16-011655-6  
<https://doi.org/10.12737/16600>
5. Hagos A. *et al.* Seroepidemiological survey of trypanozoon infection in horses in the suspected dourine-infected Bale highlands of the Oromia region, Ethiopia. *Revue Scientifique et Technique*. 2010; 29(3): 649–654.  
<https://doi.org/10.20506/rst.29.3.2005>
6. Cuyper B. *et al.* Genome-Wide SNP Analysis Reveals Distinct Origins of *Trypanosoma evansi* and *Trypanosoma equiperdum*. *Genome Biology and Evolution*. 2017; 9(8): 1990–1997.  
<https://doi.org/10.1093/gbe/evx102>
7. Davaasuren B. *et al.* The evaluation of GM6-based ELISA and ICT as diagnostic methods on a Mongolian farm with an outbreak of non-tsetse transmitted horse trypanosomosis. *Veterinary Parasitology*. 2017; 244: 123–128.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.036>
8. Pascucci I. *et al.* Diagnosis of dourine in outbreaks in Italy. *Veterinary Parasitology*. 2013; 193(1–3): 30–38.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.006>
9. Büscher P. *et al.* Equine trypanosomosis: enigmas and diagnostic challenges. *Parasites & Vectors*. 2019; 12: 234.  
<https://doi.org/10.1186/s13071-019-3484-x>
10. Георгиу Х. Эпизоотологический мониторинг трипаносомозов и пироплазмидозов животных. *Российский паразитологический журнал*. 2019; 13(4): 32–36.  
<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-32-36>
11. Шабдарбаева Г.С. и др. Изучение эпизоотической ситуации по случной болезни лошадей в Алматинской области. *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия: Agrарные науки*. 2014; (3): 61–66.
12. Davlatov Kh.O., Georgiu X., Mirzoev D.M., Murvatulloev S.A. Epizootic situation of accidental horse disease in the Republic of Tajikistan. *Reports of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*. 2010; (3): 44–47.  
<https://elibrary.ru/syhyqp>
13. Alekseenkova S.V. The current diagnostic challenges of equid trypanosomoses: nagana, surra and dourine. *Veterinary medicine*. 2021; (12): 35–39.  
<https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.12.35-39>
14. Георгиу Х. Трипаносомные положительные и отрицательные сыворотки лошадей. *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. 2015; (2): 30–31.  
<https://elibrary.ru/rpgysb>
4. Georgiu C., Belimenko V., Samoylovskaya N. Parasitic OLE listed diseases. Moscow: *INFRA-M*. 2016; 88 (in Russian). ISBN 978-5-16-011655-6  
<https://doi.org/10.12737/16600>
5. Hagos A. *et al.* Seroepidemiological survey of trypanozoon infection in horses in the suspected dourine-infected Bale highlands of the Oromia region, Ethiopia. *Revue Scientifique et Technique*. 2010; 29(3): 649–654.  
<https://doi.org/10.20506/rst.29.3.2005>
6. Cuyper B. *et al.* Genome-Wide SNP Analysis Reveals Distinct Origins of *Trypanosoma evansi* and *Trypanosoma equiperdum*. *Genome Biology and Evolution*. 2017; 9(8): 1990–1997.  
<https://doi.org/10.1093/gbe/evx102>
7. Davaasuren B. *et al.* The evaluation of GM6-based ELISA and ICT as diagnostic methods on a Mongolian farm with an outbreak of non-tsetse transmitted horse trypanosomosis. *Veterinary Parasitology*. 2017; 244: 123–128.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.036>
8. Pascucci I. *et al.* Diagnosis of dourine in outbreaks in Italy. *Veterinary Parasitology*. 2013; 193(1–3): 30–38.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.006>
9. Büscher P. *et al.* Equine trypanosomosis: enigmas and diagnostic challenges. *Parasites & Vectors*. 2019; 12: 234.  
<https://doi.org/10.1186/s13071-019-3484-x>
10. Georgiou H. Epizootological monitoring of trypanosomiasis and pyroplasmidosis of animals. *The Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13(4): 32–36 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-32-36>
11. Shabdarbayeva G.S. *et al.* The study of the epizootic situation of accidental horse disease in the Almaty region. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series: Agricultural Sciences*. 2014; (3): 61–66 (in Russian).
12. Davlatov Kh.O., Georgiu X., Mirzoev D.M., Murvatulloev S.A. The epizootic situation of accidental horse disease in the Republic of Tajikistan. *Reports of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*. 2010; (3): 44–47 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/syhyqp>
13. Alekseenkova S.V. The current diagnostic challenges of equid trypanosomoses: nagana, surra and dourine. *Veterinary medicine*. 2021; (12): 35–39 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.12.35-39>
14. Georgiou Ch. Tripanosomosis positive and negative sera for serological tests. *Russian Veterinary Journal. Productive animals*. 2015; (2): 30–31 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/rpgysb>

## ОБ АВТОРАХ

**Гульнара Ахметовна Нурлыгаянова<sup>1, 2</sup>**

кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела координации НИП  
 nurlygayanova-ga@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1451-8025>

**Василий Иванович Белоусов<sup>1, 2</sup>**

доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела координации НИП  
 vibelousov51@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3542-0614>

**Светлана Викторовна Зюзгина<sup>1</sup>**

старший научный сотрудник  
 svetazyuzgina@mail.ru  
 AuthorID: 1077449

**Анастасия Николаевна Скворцова<sup>1</sup>**

младший научный сотрудник  
 nefedovi5748@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

**Мария Сергеевна Шишкина<sup>1</sup>**

младший научный сотрудник  
 m.belyaeva@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

**Микаил Муслимович Микайлов<sup>3</sup>**

кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 912825

**Эльмира Аслановна Яникова<sup>3</sup>**

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 580254

**Ахмед Алиасхабович Халиков<sup>3</sup>**

кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 900154

<sup>1</sup> Федеральное учреждение «ФГБУ «ВНИИЗЖ»», ул. Оранжевая, 23, Москва, 11622, Россия

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, ул. Академика Скрябина, 23, Москва, 109472, Россия

<sup>3</sup> Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», ул. Дахадаева, 88, Махачкала, 367000, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Gulnara Akhmetovna Nurlygayanova<sup>1, 2</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher of the Research Coordination Department  
 nurlygayanova-ga@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1451-8025>

**Vasily Ivanovich Belousov<sup>1, 2</sup>**

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher of the Research Coordination Department  
 vibelousov51@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3542-0614>

**Svetlana Viktorovna Zyuzgina<sup>1</sup>**

Senior Researcher  
 svetazyuzgina@mail.ru  
 AuthorID: 1077449

**Anastasia Nikolaevna Skvortsova<sup>1</sup>**

Junior Research Assistant  
 nefedovi5748@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

**Mariya Sergeevna Shishkina<sup>1</sup>**

Junior Research Assistant  
 m.belyaeva@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

**Mikail Muslimovich Mikailov<sup>3</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 912825

**Elmira Aslanovna Yanikova<sup>3</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 580254

**Ahmed Aliaskhabovich Khalikov<sup>3</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences, Researcher Associate  
 vetmedservis@mail.ru  
 AuthorID: 900154

<sup>1</sup> Federal Center for Animal Health Protection (FGBU "ARRIAH"), 23 Orangereynaya Str., Moscow, 11622, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA by K.I. Scriabin, 23 Akademik Scriabin Str., Moscow, 109472, Russia

<sup>3</sup> The Caspian Zonal Veterinary Research Institute is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 88 Dahadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia

УДК 636.32/.38.034

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-51-55

**Б.С. Иолчиев** ✉  
**О.В. Косицина**  
**А.А. Сермягин**  
**В.Г. Двалишвили**  
**И.В. Гусев**  
**В.А. Багиров**  
**Т.Л. Осадчая**  
**А.С. Павленко**

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Московская обл., Россия

✉ baylar1@yandex.ru

Поступила в редакцию:  
22.01.2024

Одобрена после рецензирования:  
11.04.2024

Принята к публикации:  
25.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-51-55

**Baylar S. Iolchiev** ✉  
**Oksana. V. Kositsina**  
**Alexander A. Sermyagin**  
**Vladimir G. Dvalishvili**  
**Igor V. Gusev**  
**Vugar A. Bagirov**  
**Tatiana L. Osadchaya**  
**Anna S. Pavlenko**

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Podolsk, Moscow Region, Russia

✉ baylar1@yandex.ru

Received by the editorial office:  
22.01.2024

Accepted in revised:  
11.04.2024

Accepted for publication:  
25.04.2024

## Молочная продуктивность маток, рост чистопородного и помесного молодняка южной мясной породы

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Сохранность ягнят — важнейший фактор, влияющий на эффективность отрасли. Она имеет особую актуальность для многоплодных пород. Уровень молочной продуктивности овцематок является одним из факторов, влияющих на рост и развитие ягнят, их сохранность до отъема. Молочная продуктивность положительно коррелирует с динамикой живой массой ягнят. **Цель исследования** — изучение молочности помесных (1/2 южная мясная и 1/2 катумская) и чистопородных (южная мясная) овцематок, влияния этого показателя на рост ягнят.

**Методы.** Объектом исследования были чистопородные ( $n = 46$ ), помесные ( $n = 30$ ) овцематки и их ягнята. Для определения количества продуцированного молока овцематкой за 20 дней прирост живой массы ягнят за этот период умножали на коэффициент 5. У многоплодных маток молочность определяли умножением суммы прироста всех ягнят.

**Результаты.** Количество ягнят в помете и генотип овцематок оказывают статистически значимое влияние на живую массу ягнят при рождении и молочность овцематок. Ягнята, рожденные в одиночных пометах, превосходили двойных на 18,1%, а тройных — на 22,6%. Овцематки с тройнями по количеству продуцированного молока за 20 дней превосходили своих сверстниц с одним ягненком в 2,24 раза, с двумя — в 1,52 раза. Помесные (1/2 южная мясная и 1/2 катумская) первокотки и по молочной продуктивности превосходили чистопородных овцематок южной мясной породы.

**Ключевые слова:** катумская порода, южная мясная порода, многоплодие, тип окота, условная молочность, живая масса, прирост ягнят

**Для цитирования:** Иолчиев Б.С. и др. Молочная продуктивность овцематок, рост чистопородных и помесных ягнят южной мясной породы. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 51–55. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-51-55>

© Иолчиев Б.С., Косицина О.В., Сермягин А.А., Двалишвили В.Г., Гусев И.В., Багиров В.А., Осадчая Т.Л., Павленко А.С.

## Milk productivity of queens, growth of purebred and crossbred young animals of the southern beef breed

### ABSTRACT

**Relevance.** The safety of lambs is the most important factor affecting the efficiency of the industry. It is of particular relevance for multiple breeds. The level of dairy productivity of ewes is one of the factors affecting the growth and development of lambs, their safety before weaning. Milk productivity is positively correlated with the dynamics of the live weight of lambs.

The aim of the study was to study the milk content of crossbred (1/2 southern meat and 1/2 Katum) and purebred (southern meat) ewes, the effect of this indicator on the growth of lambs.

**Methods.** The objects of the study were purebred ( $n = 46$ ), crossbred ( $n = 30$ ) ewes and their lambs. To determine the amount of milk produced by a ewe over 20 days, the increase in live weight of lambs during this period was multiplied by a factor of 5 (on average, up to 5 liters of milk are required for an increase of 1 kg). In multiple-fetal ewes, milk production was determined by multiplying the sum of the growth of all lambs in the litter by 5.

**Results.** The number of lambs in the litter and the genotype of the ewes have a statistically significant effect on the live weight of lambs at birth and the milk production of ewes. Lambs born alone in a litter exceeded double lambs by 18.1% and triple lambs by 22.6% in live weight. Multiple ewes are superior in milk production to ewes with one lamb. In terms of the amount of milk produced in 20 days, ewes with triplets exceeded their peers with one lamb by 2.24 times, and with twins — 1.52 times. Crossbred (1/2 southern meat and 1/2 katumskaya) ewes are higher in milk productivity than the maternal breed.

**Key words:** katumskaya sheep breed, southern meat breed, prolificacy, type of lambing, milk production, live weight, lamb growth

**For citation:** Iolchiev B.S. et al. Milk productivity of ewes, growth of purebred and crossbred lambs of the southern beef breed. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 51–55 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-51-55>

© Iolchiev B.S., Kositsina O.V., Sermyagin A.A., Dvalishvili V.G., Gusev I.V., Bagirov V.A., Osadchaya T.L., Pavlenko A.S.

## Введение/Introduction

Экономическая эффективность овцеводства определяется конкурентоспособностью используемых для разведения животных. Они должны быть многоплодными, скороспелыми, отличаться высокой продуктивностью, резистентностью, а также толерантностью к условиям содержания и кормовым ресурсам в регионах разведения [1–3]. Сохранность ягнят является важнейшим фактором, влияющим на эффективность отрасли. Она имеет особую актуальность для многоплодных пород. Рост и развитие ягнят, их сохранность до отъема зависят от многочисленных факторов, таких как тип окота, уровень кормления, условия содержания овцематок и ягнят, сезон окота, уровень молочной продуктивности овцематок, и других [4–7].

Оценка овцематок по молочной продуктивности является актуальным не только для молочного овцеводства, она важна и для других направлений, так как молоко является единственным источником питания ягнят в первый месяц жизни и основным — до отъема [8, 9]. Уровень молочной продуктивности овцематок зависит от типа окота, продолжительности подсосного периода, возраста овцематок, периода лактации в молочном овцеводстве, кратности доевания [10, 11].

Селекция овец по молочной продуктивности требует особого внимания, так как этот показатель положительно коррелирует с динамикой живой массы ягнят и их сохранностью до отъема. Включение в селекционную программу показателей молочности и многоплодия овцематок при оценке баранов-производителей по продуктивности дочерей является важным хозяйственно полезным признаком, который позволяет увеличить производство баранины [12].

Овцематки романовской породы в подсосный период за три месяца лактации с одним ягненком в среднем продуцируют более 97 кг молока, с двойнями — 115–120 кг, с тройнями — около 150 кг, с четырьмя — 170 кг. Молочная продуктивность овцематок до пятой лактации увеличивается [13].

В нашей стране в структуре спроса и предложения основных продукций овцеводства произошло существенное изменение, снизился спрос на основную продукцию овцеводства — шерсть, увеличивается спрос на баранину высокого качества. Длительный период эффективности хозяйственной деятельности овцеводческих хозяйств определялся производством шерсти, его качеством. С изменением структуры спроса на продукцию отрасли производство шерсти в большинстве хозяйств стало убыточным, что привело к сокращению численности овец, особенно шерстяного направления продуктивности.

Для сохранения отрасли в ряде хозяйств используется скрещивание с гладкошерстными (для которых не требуется стрижка) породами овец с целью создания новых товарных стад, селекционных форм типов и пород овец [14–17]. При создании новых пород особое внимание требуют признаки, характеризующие воспроизводительные качества: многоплодность, полиэстричность, молочную продуктивность, сохранность ягнят, их скороспелость.

Для создания и развития мясного овцеводства проводится скрещивание локальных хорошо адаптированных к природно-климатическим условиям маток с высокопродуктивными баранами мясных пород.

Катумская порода является одной из высокопродуктивных гладкошерстных пород, она отличается

многоплодностью (в среднем 220%), скороспелостью, полиэстричностью и молочностью [17].

*Цель исследования* — изучение молочности помесных (1/2 южная мясная и 1/2 катумская) и чистопородных (южная мясная) овцематок, влияния этого показателя на рост ягнят.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в 2021–2023 гг. на товарной овцеферме филиала ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, в племенном заводе «Ладожский» Краснодарского края Российской Федерации.

На ферме проводили скрещивание овцематок южной мясной породы с баранами-производителями катумской породы. Объектом исследования были чистопородные ( $n = 46$ ) и помесные ( $n = 30$ ) овцематки и их ягнята. Для определения количества произведенного молока овцематкой за 20 дней (так называемой условной молочности) прирост живой массы ягнят за этот период умножали на коэффициент 5 (в среднем для прироста на 1 кг требуется 5 кг молока). Взвешивание ягнят в 20-дневном возрасте проводилось с помощью электронных весов дискретностью 50 г. У многоплодных маток молочность определяли умножением суммы прироста ягнят помета на коэффициент 5:

$$M = \Sigma(m_{20} - m_0) \times 5,$$

где:  $M$  — молочная продуктивность овцематки за 20 дней, л;  $\Sigma$  — знак суммы (если количество ягнят в помете больше одного, тогда прирост всех ягнят в помете суммируется и умножается на коэффициент 5);  $m_{20}$  — живая масса ягненка в 20 дней, кг;  $m_0$  — живая масса ягненка при рождении, кг.

Для статистического анализа полученных материалов использовали программное обеспечение IBM SPSS Statistics v.23 (США). Проводили многофакторный дисперсионный анализ.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В экспериментальной отаре в период исследования выход ягнят на 100 маток в среднем составил 160 голов, у чистопородных овцематок — 153, у помесных (1/2 южная мясная и 1/2 катумская) — 170 (табл. 1).

Частота встречаемости одиночных ягнений составила 21,1, двойневых — 71,6, тройневых — 7,4%. Тенденция распределения типа ягнения одинаковая, преимущество имеют двойни, при этом наблюдаются различия между генотипами. У помесных овцематок частота встречаемости двойных превышает чистопородных овцематок на 7,5% (рис. 1).

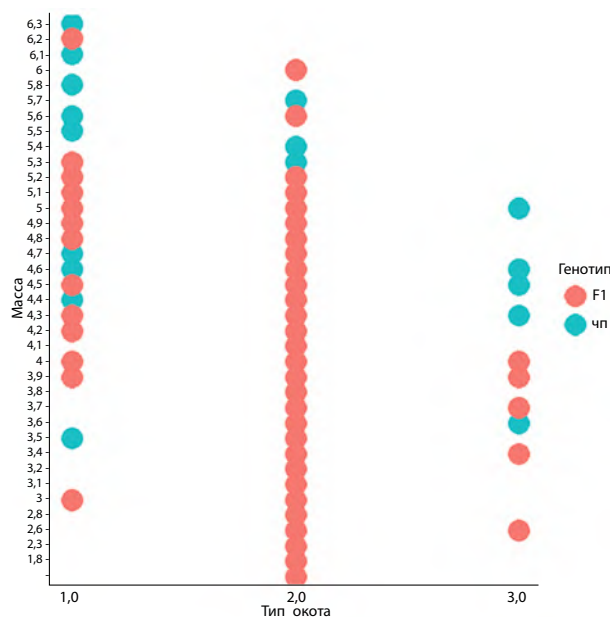
Таблица 1. Тип ягнения в зависимости от генотипа овцематок

Table 1. Type of lambing depending on the genotype of ewes

Показатели	Чистопородные	Помесные	В среднем по отаре
Выход ягнят на 100 маток, гол.	153	170	160
Тип окота, %:			
1-й	23,26	19,23	21,24
2-й	69,76	75,00	72,38
3-й	6,98	5,77	6,38

**Рис. 1.** Живая масса ягнят при рождении в зависимости от типа ягнения и генотипа

**Fig. 1.** Live weight of lambs at birth in depending on the type of lambing and genotype



Живая масса ягнят при рождении зависит от комплекса факторов. Результаты многофакторного дисперсионного анализа показывают, что статистически значимое влияние на массу ягнят при рождении оказывают количество приплода в помете и генотип (табл. 2).

Живая масса ягнят при рождении в исследуемый период составила  $4,23 \pm 0,05$  кг. Данный показатель варьировал от 1,6 до 6,3 кг.

Максимальная живая масса при рождении была установлена у чистопородного ягненка (6,3 кг) при одинарном типе окота, минимальная живая масса (1,63 кг) у ягненка от помесной овцематки у одного из двойных (табл. 3).

Средняя живая масса чистопородных ягнят при рождении составила  $4,47 \pm 0,08$  кг. Этот показатель отрицательно коррелировал (-0,36) с количеством ягнят в помете, в одинарных ягнениях средняя живая масса при рождении составила  $5,80 \pm 0,03$  кг, у тройневых —  $4,31 \pm 0,08$ .

Достоверное превосходство по живой массе одинарных ягнят над многоплодным пометом сохраняется независимо от генотипа, чистопородные одиночки превосходили двойневых на 35,2, тройневых — на 34,5% ( $p \leq 0,05$ ). Одинарковые ягнята от помесных овцематок превосходили двойневых на 16,0, тройневых на 28,4% ( $p \leq 0,05$ ). Статистически значимая разница установлена в зависимости от генотипа. Живая масса чистопородных одиночек была на 27,2% больше, чем у помесных аналогов, у тройневых превосходство составило 21,4% ( $p < 0,05$ ).

Для интенсивного роста и сохранности ягнят важным является обеспечение их достаточным количеством питательных веществ. В первые дни жизни единственным источником питания для ягнят является материнское молоко (или его заменители). Молочность овцематок определяется многими факторами генотипического и паратипического характера.

Было изучено влияние типа ягнения и генотипа овцематок на их молочную продуктивность. Результаты показали, что тип ягнения оказывает статистически

**Таблица 2. Результаты многофакторного анализа влияния факторов на живую массу ягнят при рождении**

**Table 2. Results of multivariate analysis of the influence of factors on the live weight of lambs at birth**

Показатели	F	Значимость
Скорректированная модель	6,525	0,000
Тип окота	15,366	0,000*
Пол	0,897	0,345
Порода	9,269	0,003*
Тип окота*пол	1,075	0,344
Тип окота*порода	0,272	0,762
Пол*порода	0,780	0,378
Тип окота* пол*порода	1,396	0,250

**Таблица 3. Показатели живой массы ягнят при рождении в зависимости от генотипа и типа окота**

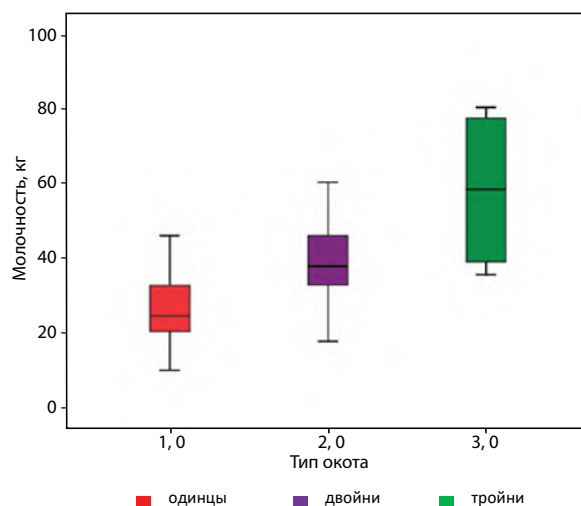
**Table 3. Indicators of live weight of lambs at birth depending on the genotype and type of lambing**

Показатели	Тип окота		
	1-й	2-й	3-й
<i>В среднем по отаре</i>			
Живая масса при рождении, кг	$4,82 \pm 0,12^{b,c}$	$4,08 \pm 0,62$	$3,93 \pm 0,18$
Максимальная живая масса, кг	6,30	6,00	5,00
Минимальная живая масса, кг	3,00	1,80	2,60
<i>Чистопородные</i>			
Живая масса при рождении, кг	$5,80 \pm 0,03^{b,c,*}$	$4,29 \pm 0,01$	$4,31 \pm 0,08^*$
Максимальная живая масса, кг	6,30	5,70	5,00
Минимальная живая масса, кг	3,50	2,60	3,60
<i>F1</i>			
Живая масса при рождении, кг	$4,56 \pm 0,15^{b,c}$	$3,93 \pm 0,08$	$3,55 \pm 0,28$
Максимальная живая масса, кг	6,20	6,00	4,00
Минимальная живая масса, кг	3,00	1,63	2,60

*Примечание:* \* достоверность разницы между генотипами значима на уровне 0,05, b — достоверность разницы между одинарными и двойными, c — достоверность разницы между одинарными и тройными.

**Рис. 2.** Молочная продуктивность овцематок в зависимости от типа ягнения

**Fig. 2.** Milk productivity of ewes at different types of lambing



значимое влияние на молочную продуктивность овцематок  $F = 20,31$  ( $p = 0,000$ ). Молочная продуктивность за 20 дней лактации в среднем составила  $40,78 \pm 0,17$  кг с коэффициентом вариации 38,43%. Коэффициент корреляции между молочностью и среднесуточным приростом ягнят —  $r = 1,00$ . Анализ характера распределения овцематок по молочной продуктивности в зависимости от типа ягнения показал высокую варибельность, особенно у овцематок с одинарными и двойными (рис. 2).

Для этих овцематок характерен позитивный тип распределения, медианы в обеих группах смещены в сторону первого квартиля. У овцематок с тройнями молочная продуктивность имеет равномерное симметричное распределение. Молочная продуктивность овцематок с тройнями превышает с одинами и двойнями, соответственно, в 2,24 и 1,52 раза. Тенденция преимущества овцематок с тройней по молочной продуктивности над овцематками с одним и двумя ягнятами сохраняется

Таблица 4. Молочная продуктивность овец в зависимости от генотипа и многоплодности

Table 4. Milk productivity of sheep depending on genotype and multiplicity

Показатель	Количество ягнят в помете, гол.		
	1-й	2-й	3-й
<i>В среднем по отаре</i>			
Молочная продуктивность, л	25,89±0,33	38,23±0,23 <sup>a</sup>	58,23±2,65 <sup>a, b</sup>
Прирост за 20 дней, кг	5,17±0,32 <sup>b, c</sup>	7,64±0,14	11,64±0,23
Среднесуточный прирост, г	258,0±12,00 <sup>b, c</sup>	191,0±15,00	194,0±13,50
<i>Чистопородные</i>			
Молочная продуктивность, л	26,30±0,61	38,07±0,37 <sup>a</sup>	57,97±3,53 <sup>a, b</sup>
Прирост за 20 дней, кг	5,26±0,27 <sup>b, c</sup>	7,61±0,14	11,58±0,12
Среднесуточный прирост, г	263,0±16,00 <sup>b, c</sup>	190,0±17,20	193,0±14,30
<i>F1</i>			
Молочная продуктивность, л	26,40±0,64*	38,56±0,61 <sup>a</sup>	58,50±2,79 <sup>a, b</sup>
Прирост за 20 дней, кг	5,28±0,32 <sup>b, c</sup>	7,70±0,25	11,70±0,18
Среднесуточный прирост, г	264,0±15,00 <sup>b, c</sup>	192,0±16,32	195,0±12,80

Примечание: \* достоверность разницы между генотипами значима на уровне 0,05; а — достоверность разницы между типом ягнения между одинами, b — достоверность разницы между типом ягнения с двойнями, c — достоверность разницы с тройнями.

у чистопородных в 2,20 и 1,52 раза, у помесных в 2,21 и 1,51 раза соответственно (табл. 4). Помесные овцематки по молочной продуктивности превосходили чистопородных независимо от типа ягнения.

Среднесуточный прирост одинокых ягнят за первые 20 дней жизни составил 258 г, что больше на 35%, чем у двойных, и на 32%, чем у тройных животных. Тенденция преимущества роста одинокых ягнят сохраняется и в группах чистопородных и помесных овцематок.

Помесные ягнята по интенсивности роста независимо от типа ягнения превосходили чистопородных аналогов. Здесь следует отметить, что в период эксперимента разница между генотипами животных не была статистически значимой.

### Выводы/Conclusion

Результаты изучения влияния различных факторов на живую массу ягнят при рождении и молочную продуктивность овцематок показывают, что на живую массу ягнят при рождении статистически значимое влияние оказывают тип ягнения и генотип. Живая масса одинокых ягнят была больше на 18,1% по сравнению с двойневыми и на 22,6% по сравнению с тройнями.

Молочная продуктивность овец имеет тесную взаимосвязь с типом ягнения. У овцематок с тройнями молочная продуктивность превышает таковую с одним ягнёнком в 2,24 раза, с двойней в 1,52 раза. Помесные (1/2 южная мясная и 1/2 катумская) овцематки отличаются высокой молочной продуктивностью, они превосходили чистопородных овцематок южной мясной породы.

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 при поддержке Минобрнауки России в рамках НИР ГЗ № FGGN-2024-0013.

### FUNDING

The research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Research Work Project No. FGGN-2024-0013.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюков В.С., Жариков Я.А., Канева Л.А. Теоретические и практические аспекты сохранения и использования адаптированного на Крайнем Севере генофонда пещорских овец. *Аграрная наука на Севере — сельскому хозяйству. Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвященной Дню российской науки*. Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании. 2022; 142–148. [https://doi.org/10.52376/978-5-907541-41-2\\_142](https://doi.org/10.52376/978-5-907541-41-2_142)
2. Раджабов Ф.М., Эсанов С.Т., Косилов В.И. Влияние условий откорма на рост и развитие баранчиков гиссарской породы. *Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, 10 марта 2022 года*. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. 2022; 217–220. <https://www.elibrary.ru/tougvq>
3. Косилов В.И., Никонова Е.А., Яремко В.В. Влияние генотипа баранчиков на характер локализации жировой ткани в организме. *Современные проблемы развития ветеринарной медицины и биотехнологии. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, 30–31 марта 2023 года*. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. 2023; 220–221. <https://www.elibrary.ru/mwmgoo>
4. Peñatez-Pacheco J.L. et al. Influence of Maternal Factors (Weight, Body Condition, Parity, and Pregnancy Rank) on Plasma Metabolites of Dairy Ewes and Their Lambs. *Animals*. 2019; 9(4): 122. <https://doi.org/doi: 10.3390/ani9040122>
5. Ptáček M. et al. Effect of Milk Intake, Its Composition, and Fatty Acid Profile Distribution on Live Weight of Suckling Wallachian Lambs until Their Weaning. *Animals*. 2019; 9(10): 718. <https://doi.org/10.3390/ani9100718>
6. Sultan K.H. The effect of body weight and litter size on some productive parameters and milk components of sheep under semi-intensive breeding. *Mesopotamia Journal of Agriculture*. 2019; 47(3): 15–24. <https://doi.org/10.33899/magrj.2019.126115.1009>

### REFERENCES

1. Matyukov V.S., Zharikov Ya.A., Kaneva L.A. Theoretical and practical aspects of the conservation and use of the Pechora sheep gene pool adapted in the Far North. *Agricultural science in the North to agriculture. Proceedings of the IV All-Russian scientific and practical conference (with international participation) dedicated to the Day of Russian Science*. Kirov: Interregional center of innovative technologies in education. 2022; 142–148 (in Russian). [https://doi.org/10.52376/978-5-907541-41-2\\_142](https://doi.org/10.52376/978-5-907541-41-2_142)
2. Radzhabov F.M., Esanov S.T., Kosilov V.I. The influence of fattening conditions on the growth and development of Gissar breed rams. *Current problems of veterinary medicine and biotechnology. Proceedings of the National scientific and practical conference with international participation, March 10, 2022*. Orenburg: Orenburg State Agrarian University. 2022; 217–220 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tougvq>
3. Kosilov V.I., Nikonova E.A., Yaremko V.V. The influence of the ram's genotype on the nature of the localization of adipose tissue in the body. *Modern problems of development of veterinary medicine and biotechnology. Proceedings of the national scientific and practical conference with international participation, March 30–31, 2023*. Orenburg: Orenburg State Agrarian University. 2023; 220–221 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mwmgoo>
4. Peñatez-Pacheco J.L. et al. Influence of Maternal Factors (Weight, Body Condition, Parity, and Pregnancy Rank) on Plasma Metabolites of Dairy Ewes and Their Lambs. *Animals*. 2019; 9(4): 122. <https://doi.org/doi: 10.3390/ani9040122>
5. Ptáček M. et al. Effect of Milk Intake, Its Composition, and Fatty Acid Profile Distribution on Live Weight of Suckling Wallachian Lambs until Their Weaning. *Animals*. 2019; 9(10): 718. <https://doi.org/10.3390/ani9100718>
6. Sultan K.H. The effect of body weight and litter size on some productive parameters and milk components of sheep under semi-intensive breeding. *Mesopotamia Journal of Agriculture*. 2019; 47(3): 15–24. <https://doi.org/10.33899/magrj.2019.126115.1009>



7. Юлдашбаев Ю.А. и др. Влияние генотипа баранчиков на минеральный обмен. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2024; (1): 15–18. <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2024-1-15-18>
8. Ерохин А.И., Карасев Е.А., Ерохин С.А. К вопросу о разведении по линиям при создании и совершенствовании стад и пород овец. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2017; (1): 12–13. <https://www.elibrary.ru/vwzmjc>
9. Ptáček M., Ducháček J., Schmidová J., Stádník L. Response to selection of a breeding program for Suffolk sheep in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*. 2018; 63(8): 305–312. <https://doi.org/10.17221/21/2018-CJAS>
10. Бабушкин В.А., Фролова Ю.А., Негреева А.Н., Фролов Д.А. Влияние типа поведения овцематок на молочную продуктивность и рост ягнят. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2020; (2): 95–99. <https://www.elibrary.ru/zrdncg>
11. Тошев В.К., Мустафина С.С., Царегородцева Е.В. Производство молока и его роль в повышении эффективности отрасли в Республике Марий Эл. *Вестник Марийского государственного университета*. 2013; 11: 16–20. <https://www.elibrary.ru/rdcnaj>
12. Габаев М.С. Влияние баранов-производителей на молочность маток-дочерей каракаевской породы и динамику живой массы их потомства. *Животноводство и кормопроизводство*. 2020; 103(4): 109–116. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-109>
13. Есенкулова Ж.Ж., Абдиева К.М., Кузембаева Г.К. Оценка влияния молочности овец на рост и развитие ягнят. *European Research: Innovation in Science, Education and Technology. LXXI International correspondence scientific and practical conference*. London: Problems of Science. 2021; 23–25. <https://www.elibrary.ru/jprfz>
14. Гяглов А.Ч., Завьялова В.Г., Хамкхоева Е.С., Попов В.А. Влияние метода разведения на воспроизводительные качества овцематок и сохранность ягнят. *Наука и образование*. 2022; 5(1): 95. <https://www.elibrary.ru/betyuu>
15. Гяглов А.Ч., Негреева А.Н., Щугорева Т.Э., Насонова Е.С. Характеристика и обоснование пород овец для разведения на малых фермах региона. *Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета*. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2016; 4: 69–74. <https://www.elibrary.ru/zetwgn>
16. Гяглов А.Ч., Негреева А.Н., Щугорева Т.Э., Насонова Е.С. Хозяйственно полезные признаки овец романовской породы в условиях Центрально-Черноземной зоны. Современные технологии в животноводстве: проблемы и пути их решения. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2017; 146–149. <https://elibrary.ru/xyyuhz>
17. Дмитриева Т.О. Мясная порода овец — катумская. *Аграрная наука*. 2018; (6): 25–27. <https://www.elibrary.ru/xujqwl>
7. Yuldashbayev Yu.A. et al. The effect of young ram's genotype on mineral metabolism. *Sheep, goats, wool business*. 2024; (1): 15–18 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2024-1-15-18>
8. Erokhin A.I., Karasev E.A., Erokhin S.A. On the issue of breeding along lines when creating and improving herds and breeds of sheep. *Sheep, goats, wool business*. 2017; (1): 12–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vwzmjc>
9. Ptáček M., Ducháček J., Schmidová J., Stádník L. Response to selection of a breeding program for Suffolk sheep in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*. 2018; 63(8): 305–312. <https://doi.org/10.17221/21/2018-CJAS>
10. Babushkin V.A., Frolova Yu.A., Negreeva A.N., Frolov D.A. Influence of the behavior type of ewes on milk productivity and growth of lambs. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2020; (2): 95–99 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zrdncg>
11. Toshchev V.K., Mustafina S.S., Tsaregorodtseva E.V. Sheep milk production and its role in the efficiency improvement of the field in the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University*. 2013; 11: 16–20 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rdcnaj>
12. Gabaev M.S. Influence of rams on milkability of daughters of the Karachai breed and dynamics of live weight of their offspring. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020; 103(4): 109–116 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-109>
13. Esenkulova Zh.Zh., Abdieva K.M., Kuzembayeva G.K. Evaluation of the impact of sheep milk production on the growth and development of lambs. *European Research: Innovation in Science, Education and Technology. LXXI International correspondence scientific and practical conference*. London: Problems of Science. 2021; 23–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jprfz>
14. Gagloev A.Ch., Zavyalova V.G., Khamkhoeva E.S., Popov V.A. The influence of the breeding method on the reproductive qualities of ewes and the safety of lambs. *Nauka i obrazovanie*. 2022; 5(1): 95 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/betyuu>
15. Gagloev A.Ch., Negreeva A.N., Shchugoreva T.E., Nasonova E.S. Characterization and study of the breeds of sheep for breeding in small farms in the region. *Collection of scientific papers dedicated to the 85th anniversary of the Michurinsk State Agrarian University*. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University. 2016; 4: 69–74 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zetwgn>
16. Gagloev A.Ch., Negreeva A.N., Shchugoreva T.E., Nasonova E.S. Economic and useful symbols of sheep Romanov breed in conditions Central-Black zone. *Modern technologies in animal husbandry: problems and ways to solve them. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University. 2017; 146–149 (in Russian). <https://elibrary.ru/xyyuhz>
17. Dmitrieva T.O. Meat breed of sheep — Katum. *Agrarian science*. 2018; (6): 25–27. (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xujqwl>

## ОБ АВТОРАХ

### Байлар Садррадинович Иолчиев

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник  
baylar1@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

### Оксана Валерьевна Косицина

аспирант  
ok.kositsina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3637-4202>

### Александр Александрович Сермягин

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом популяционной генетики и генетических основ разведения животных

<https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>

### Владимир Георгиевич Двалишвили

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0002-7877-5119>

### Игорь Викторович Гусев

кандидат биологических наук

<https://orcid.org/0000-0002-2346-4313>

### Вугар Алиевич Багиров

доктор биологических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН

<https://orcid.org/0000-0001-5398-8815>

### Татьяна Львовна Осадчая

аспирант  
mob@vij.ru

### Анна Сергеевна Павленко

аспирант  
pawlenko.ania@ya.ru

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Baylar Sadraddinovich Iolchiev

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher  
baylar1@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

### Oksana Valerievna Kositsina

Graduate Student  
ok.kositsina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3637-4202>

### Alexander Alexandrovich Sermyagin

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Population Genetics and Genetic Basis of Animal Breeding, Federal Research Center for Animal Husbandry

<https://orcid.org/0000-0002-1799-6014>

### Vladimir Georgievich Dvalishvili

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7877-5119>

### Igor Viktorovich Gusev

Candidate of Biological Sciences

<https://orcid.org/0000-0002-2346-4313>

### Vugar Alievich Bagirov

Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy

<https://orcid.org/0000-0001-5398-8815>

### Tatyana Lvovna Osadchaya

Graduate Student  
mob@vij.ru

### Anna Sergeevna Pavlenko

Graduate Student  
pawlenko.ania@ya.ru

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,  
60 Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

И.В. Миронова<sup>1, 2</sup> ✉  
Э.Х. Латыпова<sup>1</sup>  
Е.А. Никитин<sup>3</sup>  
Д.А. Благов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия

✉ [mironova\\_irina-v@mail.ru](mailto:mironova_irina-v@mail.ru)

Поступила в редакцию:  
26.01.2024

Одобрена после рецензирования:  
11.04.2024

Принята к публикации:  
25.04.2024

## Review

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-56-62

Irina V. Mironova<sup>1, 2</sup> ✉  
Emilia H. Latypova<sup>1</sup>  
Evgeny A. Nikitin<sup>3</sup>  
Dmitry A. Blagov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

✉ [mironova\\_irina-v@mail.ru](mailto:mironova_irina-v@mail.ru)

Received by the editorial office:  
26.01.2024

Accepted in revised:  
11.04.2024

Accepted for publication:  
25.04.2024

# Системы и методы оценки гомогенности кормовых смесей для сельскохозяйственных животных

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Формируя рацион кормления животных, которые содержатся на современных животноводческих комплексах, фермер преследует исключительно рациональный подход с точки зрения продуктивности поголовья и срока продуктивного существования животных. В первую очередь обеспечение этих показателей формирует качество кормления животных, выражаемое в общей питательной ценности рациона и качестве смешивания компонентов, входящих в его состав.

**Методы.** Актуализация направления научного исследования была произведена на основе предварительного литературного обзора современных публикаций в международных журналах Journal of dairy science, Robotics and autonomous systems и Agriculture. Помимо этого, были проанализированы функциональные возможности современного аналитического оборудования мировых производителей, используемого в сельском хозяйстве. Рассмотрены технические решения экспонатов отраслевых выставок, а также сопроводительная документация. Изучены существующие методики определения гомогенности кормовых смесей для сельскохозяйственных животных, определены преимущества и недостатки.

**Результаты.** Рассмотрены существующие методы оценки гомогенности кормовых смесей. Предложена новая концепция построения системы определения гомогенности кормовых смесей оптическими методами, которая основана на экспресс-измерении оптических свойств компонентов кормовых смесей, на поверхности транспортной ленты или смесительного агрегата, использование которой позволит управлять временными режимами смешивания кормов и оценивать исправность используемых машин и агрегатов.

**Ключевые слова:** животноводство, кормление, приготовление кормовых смесей, комбикорма, гомогенность, оценка качества смешивания

**Для цитирования:** Миронова И.В., Латыпова Э.Х., Никитин Е.А., Благов Д.А. Системы и методы оценки гомогенности кормовых смесей для сельскохозяйственных животных. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 56–62.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-56-62>

© Миронова И.В., Латыпова Э.Х., Никитин Е.А., Благов Д.А.

# Systems and methods for assessing the homogeneity of feed mixtures for farm animals (review)

## ABSTRACT

**Relevance.** When forming a diet for feeding animals that are kept in modern livestock complexes, the farmer pursues an exceptionally rational approach in terms of livestock productivity and the period of productive existence of animals. First of all, the provision of these indicators forms the quality of animal feeding, expressed in the total nutritional value of the diet and the quality of mixing the components that make up its composition.

**Methods.** The updating of the direction of scientific research was carried out on the basis of a preliminary literary review of modern publications in the international journals Journal of dairy science, Robotics and autonomous systems and Agriculture. In addition, the functionality of modern analytical equipment from world manufacturers used in agriculture was analyzed. The technical solutions of the exhibits of industry exhibitions, as well as the accompanying documentation, are considered. The existing methods for determining the homogeneity of feed mixtures for farm animals have been studied, advantages and disadvantages have been identified.

**Results.** The existing methods for estimating the homogeneity of feed mixtures are considered. A new concept has been proposed for constructing a system for determining the homogeneity of feed mixtures by optical methods, which is based on express measurement of the optical properties of feed mixture components on the surface of a conveyor belt or mixing unit, the use of which will allow you to manage the temporary modes of mixing feeds and assess the serviceability of the machines and units used.

**Key words:** animal husbandry, feeding, preparation of feed mixtures, compound feeds, homogeneity, assessment of mixing quality

**For citation:** Mironova I.V., Latypova E.H., Nikitin E.A., Blagov D.A. Systems and methods for assessing the homogeneity of feed mixtures for farm animals. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 56–62 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-56-62>

© Mironova I.V., Latypova E.H., Nikitin E.A., Blagov D.A.

## Введение/Introduction

За последнее десятилетие кормление сельскохозяйственных животных и птицы сбалансированными кормовыми смесями на промышленных предприятиях показало свою эффективность в части повышения продуктивности и поддержания здоровья [1–4]. В связи с этим контроль гомогенности кормовых смесей (качество смешивания компонентов, входящих в состав) является одним из наиболее значимых технологических вопросов современного животноводства.

Гомогенность кормовых смесей обеспечивает равномерное распределение питательных веществ и компонентов корма в рационе. Неравномерность в распределении может привести к неправильному питанию животных и снижению их продуктивности.

Качественное смешивание корма способствует более полному и эффективному усвоению питательных веществ. Это позволяет животным получать все необходимые питательные вещества в правильных пропорциях, что способствует их здоровью, росту и развитию. Равномерное распределение питательных веществ в рационе позволяет животным максимально использовать их потенциал и достичь оптимальной продуктивности [5, 6]. Поэтому достижение надлежащей степени контроля смешивания комбикормов и определения их однородности — одна из основных задач для производителей кормовой продукции [7–9].

Важно отметить, что вопросы гомогенности кормов и их влияния на животноводство являются актуальными и широко обсуждаются в научных и практических кругах. Многие организации и ученые по всему миру проводят исследования и разрабатывают рекомендации по улучшению гомогенности кормов и оптимизации питания животных.

Ряд исследований и практические опыты показывают, что гомогенность кормов оказывает прямое влияние на пищеварение, усвоение питательных веществ и общее здоровье животных. Неравномерное распределение питательных веществ может привести к недостаточному питанию, неравномерному росту и развитию животных, а также возникновению проблем со здоровьем [10, 11].

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

На начальном этапе был произведен предварительный анализ современных публикаций в международных журналах *Journal of dairy science*<sup>1</sup>, *Robotics and autonomous systems*<sup>2</sup> и *Agriculture*<sup>3</sup>. Далее были проанализированы функциональные возможности современного аналитического оборудования мировых производителей, используемого в сельском хозяйстве.

Рассмотрены технические решения экспонатов отраслевых выставок, а также сопроводительная документация.

Изучены существующие методики определения гомогенности кормовых смесей для сельскохозяйственных животных, определены преимущества и недостатки.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Привычное выражение «однородный комбикорм» вводит в заблуждение как производителей, так и зоотехнические службы предприятия. Показатель, отражающий однородность распределения по комбикорму некоторого индикаторного вещества, не является

характеристикой однородности смеси, поскольку не отражает распределение по ней других компонентов. Вопросу однородности кормов посвящается много исследований, но при этом в большинстве из них авторы не указывают число частиц в используемых индикаторных веществах, не всегда указывают природу индикаторного вещества, не приводят гранулометрическую характеристику основной смеси, а также ряд других физических характеристик смешиваемых веществ. Не указываются характеристики смесителей и объем их заполнения. В результате при отсутствии подробного описания условий экспериментов трудно объяснить часто противоречивые выводы, к которым приходят авторы, что вводит в заблуждение практических работников [12].

Существенный вклад в развитие исследований по повышению качества комбикормов, в том числе в части равномерного распределения питательных веществ, внесли российские ученые В.А. Афанасьев, Л.С. Кожарова, Н.И. Кузнецов, Я.Ф. Мартыненко, П.Н. Миончинский, Т.М. Околелова, И.Г. Панин, А.Д. Пелевич, Н.П. Черняев, О.Е. Щербакова и другие исследователи. Однако до нынешних дней данная проблема пока еще не решена.

В настоящее время существует большое количество коммерческих решений для анализа однородности кормов — как для лабораторной диагностики, так и для использования в полевых условиях в виде портативных анализаторов. Для оценки качества, как правило, требуется специализированная лаборатория, которая является довольно дорогостоящей и требует значительных затрат времени и работы. Международным сотрудничеством по сближению технических требований к оценке кормовых ингредиентов (ICCF) разрабатываются и внедряются общие руководства, охватывающие технические требования к оценке кормовых ингредиентов, включая новые способы использования существующих кормовых ингредиентов. В руководящем документе рассматривается тестирование однородности кормовых ингредиентов при их включении в предназначенные для них матрицы (рыночные рецептуры ингредиентов, премиксы, корма, кормовые добавки и питьевая вода для животных), что говорит об актуальности проблемы не только у нас в стране, но и за рубежом [13, 14].

Для сельскохозяйственных предприятий вопросы качества кормов особенно актуальны, ведь корма — это наибольшие финансовые потоки в структуре себестоимости продукции животноводства и птицеводства. От качества кормов зависит безопасность не только самих животных и птицы, но и людей, которые потребляют продукцию животноводства.

Сегодня усиливается не только контроль готовой животноводческой продукции, но и кормов, а также сырья, которое входит в их состав. В связи с этим у производителя кормов должна быть твердая доказательная база качества их продукции, а для этого нужны быстрые и недорогие методы контроля процесса производства, качества дорогого сырья, особенно премиксов, витаминов, аминокислот, лекарственных препаратов, антиоксидантов, адсорбентов и др. Правильно рассчитать кормовую программу и составить рецептуру комбикормов для животных и птиц очень важно. Но комбикорма нужно выработать, и здесь важнейшая задача — точное дозирование и однородное смешивание всех компонентов [15–17].

Анализ литературных источников показал, что процесс смесеобразования тяжело описать математически.

<sup>1</sup> <https://www.journalofdairyscience.org/>

<sup>2</sup> <https://www.sciencedirect.com/journal/robotics-and-autonomous-systems>

<sup>3</sup> <https://openagriculturejournal.com/>

Большинство научных работ направлено на определение конструкционных и технологических параметров смесителей и их рабочих органов. Из вышесказанного следует, что особое внимание необходимо уделять не только процессу смешивания, но и правильной оценке однородности продукта на выходе из смесителя [18, 19].

Известны следующие способы оценки качества смешивания материалов: весовой, рассеиванием на ситах, оптический. Первый и второй способы разрешают определять коэффициент неоднородности смеси, компоненты которой различаются или по весу, или по геометрическим параметрам. При третьем способе определение концентраций ключевого компонента проводится на основе сравнительного анализа способности компонентов смеси поглощать, отбивать и преломлять свет. К недостаткам этих способов следует отнести их трудоемкость и значительные затраты времени на проведение анализа качества [20, 21].

Как правило, для получения данных по качеству смешивания компонентов используют результаты определения так называемых индикаторов или микротрейсеров (МТ). К ним можно отнести хлориды (например, хлористый натрий), соединения фосфора, кальция, марганца и кобальта, а также витамины, аминокислоты, лекарственные препараты. Следует отметить, что метод применения соли как индикатора оценки качества смешивания путем определения содержания натрия или хлоридов в кормосмесях имеет серьезные недостатки, так как, во-первых, поваренную соль не всегда можно назвать микрокомпонентом (ее добавляют из расчета на 1 т от 2 до 20 кг), во-вторых, натрий и хлориды могут добавляться в корма с другими компонентами, что мешает верной оценке результатов [22, 23].

П.В. Писаренко, В.Е. Крикунова, Т.В. Сахно, О.А. Крикунов, Н.Н. Барашков предлагают применение для оценки качества однородности кормосмеси использовать нетрадиционные маркеры — ферромагнитные микротрейсеры, которые отвечают всем необходимым требованиям к индикаторам. Практический смысл разработанной методики с использованием ферромагнитных МТ состоит в том, что она позволяет прогнозировать отклонения от нормы любого питательного и биологически активного вещества в суточных рационах животных. Качественные результаты по определению и идентификации микротрейсеров в комбикормах могут быть получены с использованием банки Мейсона. Для количественной оценки качества смешивания и оценки уровня контаминации кормовых смесей рекомендовано использование вращательного детектора. Методика обсчета экспериментальных данных включает применение статистики Пуассона и расчет значений Хи квадрат [24, 25].

В последнее время предложены новые способы оценки качества смеси. Так, в [26] описан способ определения коэффициента неоднородности смеси трудно-разделимых сыпучих материалов, различающихся по цвету, который включает определение числа проб, минимально допустимого веса пробы, отбор проб смеси, нахождение концентрации ключевого компонента в пробе, вычисление коэффициента неоднородности смеси. При нахождении концентрации ключевого компонента содержание пробы сначала распределяют равномерным слоем на ровной поверхности, фотографируют или сканируют, затем проводят компьютерную обработку изображения, представляют его в виде массива чисел, каждый элемент которого выражен пикселем, а значение соответствует цвету компонента. Далее выбирают диапазон значений пикселей и присваивают

все пиксели, находящиеся в этом диапазоне, ключевому компоненту, а другому — все остальные пиксели, производят подсчет пикселей, соответствующих каждому компоненту, и определяют концентрацию ключевого компонента, по которой вычисляют коэффициент неоднородности смеси.

К недостаткам способа по патенту [27] следует отнести фиксированный порог бинаризации. Все значения гистограммы яркости полутонового изображения, превышающие порог 128, считаются светлыми гранулами, а остальные — темными, что в свою очередь накладывает ограничение в оценке качества смешивания энного количества компонентов в смеси. К недостаткам следует отнести и то, что при низкой яркостной градации оцениваемых смесей или слабом освещении при фотографировании данный метод становится неэффективным.

Близкий к изложенному способ определения качества смеси описан в работе [28]. При этом способе анализируется изображение поверхности смеси, перпендикулярной оси, вдоль которой смесь однородна. Изображение делится на пробные зоны, и концентрации ключевого компонента вычисляются как доли площадей, занимаемых этим компонентом на поверхностях пробных зон. Коэффициент неоднородности корректируется с учетом случайных колебаний числа частиц ключевого компонента на поверхности наблюдения.

К недостаткам способа по патенту [29] следует отнести невозможность оценки многокомпонентной смеси, так как предлагается анализировать только бинарное изображение. Бинаризация по цвету имеет и недостатки, связанные с некорректной кластеризацией смесей из-за присутствия различных артефактов на фотографиях, таких как тени, границы, значительное изменение оттенков смесей и т. д.

Зарубежные ученые в своих исследованиях отмечают положительный эффект от кормления животных правильно подготовленными кормами [30–33].

Используя экспериментальный горизонтальный лопастный смеситель, A.G. Rochaab, R.N. Montanhinic, P. Dilkinb, C.D. Tamiossob, C.A. Mallmannb оценили цикл сухого смешивания с использованием аминокислот, неорганических минералов, витамина  $B_2$  и кормовых добавок, а также проверили его действие на цикле влажного смешивания аминокислот. Порошкообразные и жидкие источники метионина и лизина имели одинаковую эффективность смешивания в конце циклов смешивания. Исследование показало, что использование порошкообразных и (или) жидких промышленных аминокислот в качестве внутренних индикаторов подходит для оценки эффективности смешивания, а также времени, необходимого для получения однородных смесей в комбикормовых смесителях [34–40].

В.В. Воронин, К.А. Адигамов, Р.И. Черкасов, Р.А. Сизякин, Н.В. Гапон изложили в своих работах способ компьютерной оценки качества смеси, состоящей из нескольких компонентов сыпучих материалов с различным размером фракций. В качестве критерия оценки качества смеси принят коэффициент равномерности смешивания. Алгоритм для определения этого коэффициента основан на кластеризации K-средних. Его суть состоит в том, что на каждой итерации перевычисляется центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается при условии, если границы кластеров перестают изменяться. Коэффициент равномерности

смешивания вычисляется для каждого размера фракций. Проверка данного способа доказала возможность его использования для оценки качества смеси, состоящей из нескольких компонентов с различным размером фракций [33–43].

Комплексные исследования идеальных и модельных смесей сыпучих компонентов, различающихся по цвету, с использованием коэффициентов неоднородности и проведенные О.В. Дёминым, Д.О. Смолиным, В.Ф. Першиным, позволили выявить ряд существенных особенностей анализа цифровых изображений поверхности смеси и на их основе определить условия частичной и полной годности исследуемой порции смеси. Предложенный подход к оценке качества смеси сыпучих материалов не требует выявления необходимого и достаточного числа частей (ячеек) разделения изображения смеси и не зависит от ее задаваемой требуемой однородности, характеризуемой каким-либо известным критерием. Использование данного метода и подхода к оценке качества смеси позволяет обеспечить непрерывный контроль качества смесеприготовления в режиме реального времени, что открывает широкие возможности для модернизации существующего производства при минимальных капитальных вложениях [35–38].

Проанализировав имеющиеся отечественные и зарубежные методики определения гомогенности, была предложена оптическая система оценки гомогенности кормов, которая основана на использовании технического зрения и методов анализа RGB-изображений, позволяющего определить степень гомогенности кормовой массы на транспортерной ленте или на поверхности смесителя раздатчика кормов [39–43].

Функциональная схема предлагаемого решения представлена на рисунке 1.

Математической основой функционирования аппаратно-программного комплекса прибора служит алгоритм, который осуществляет обработку характеристик изображения по формуле 1:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{S_{i,j} \in X_k} (S_{i,j} - \mu_k)^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где:  $K$  — число компонентов анализируемой кормовой смеси;  $X_k$  — количество пикселей, на которые разделяется фиксируемое изображение, для  $k$ -го компонента кормовой смеси;  $\mu_k$  — центр масс векторов  $S_{i,j} \in X_k$ .

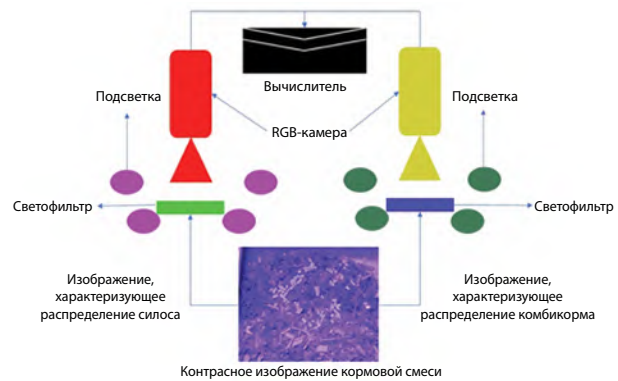
При этом качество смешивания определяется посредством кластеризации регистрируемых изображений, определяя концентрацию  $k$ -го компонента (формула 2):

$$R = \left( 100\% - \sqrt{\left( \frac{1}{m \times n} \times \sum_{p=1}^P (Y_p - \bar{Y}_p)^2 \right)} \times 100\% \right), \quad (2)$$

где:  $\frac{1}{m \times n}$  — область вычисления коэффициента качества смешивания;  $Y_p$  — количество пикселей в области вычисления;  $\bar{Y}_p$  — среднее значение пикселей, вычисленное по всем областям.

Рис. 1. Функциональная схема анализатора гомогенности кормовых смесей

Fig. 1. Functional diagram of the feed mixture homogeneity analyzer



При обработке регистрируемых изображений системой технического зрения комбикорм воспринимается более ярким участком, так как имеет большую отражающую способность, а объемистые корма отображаются как темные участки, ввиду того что они содержат большее количество хлорофилла.

Основными преимуществами оптической системы являются высокая скорость и точность оценки качества кормов, а также возможность автоматизации процесса. Это позволяет сократить время и затраты на проведение анализа, а также минимизировать человеческий фактор.

Кроме того, использование оптической системы позволяет повысить эффективность использования кормовых ресурсов, так как точная оценка гомогенности позволяет оптимизировать рационы животных и предотвращать возможные проблемы со здоровьем и пищеварением.

### Выводы/Conclusion

Применительно к сельскому хозяйству, в частности к животноводству, наибольший интерес конечного потребителя выражен в пользу автоматических систем определения качества смешивания кормовых смесей, которые могут обеспечивать контроль без проведения процедур пробоотбора, на поверхности смесителя или транспортерной ленты.

Наиболее перспективным методом определения качества смешивания кормовых смесей является оптический, что обосновывается существенным отличием параметров люминесценции концентрированного и объемистого корма.

Оптическая система оценки гомогенности кормов для сельскохозяйственных животных является инновационным решением, которое способствует повышению эффективности и качества животноводства. Мы уверены, что данная система будет полезной и востребованной в сельскохозяйственных предприятиях, а также способствует развитию отрасли в целом.

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. Косилов В.И., Иргашев Т.А., Ребезов М.Б., Клочкова М.А. Затраты кормов и возрастная динамика живой массы молодняка овец цыгайской породы и ее помесей с эдильбаевской породой. *Кишоварз*. 2020; (4): 56–60. <https://elibrary.ru/jfxgpc>
2. Иргашев Т.А., Байгенов Ф.Н., Каримова М.О., Олимов С.Х., Ребезов М.Б., Быкова О.А. Влияние бентонита и бентонитсодержащего премикса на расход кормов, рост и развитие телят. *Мичуринский агрономический вестник*. 2022; (1): 43–48. <https://elibrary.ru/okaczb>
3. Косилов В.И., Рахимжанова И.А., Салихов А.А., Ребезов М.Б., Миронова И.В., Перевоико Ж.А. Влияние уровня кормления и генотипа на возрастную динамику живой массы чистопородных и помесных телок. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (1): 208–212. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-208-212>
4. Конганбаев Е.К., Асенова Б.К., Смольникова Ф.Х., Ребезов М.Б. Исследование зерновых однокомпонентных кормов, применяемых в кормлении цыплят-бройлеров. *Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В.М. Горбатова*. М.: Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова. 2015; 235–237. <https://elibrary.ru/vbdkrh>
5. Трепалина Е., Галкин А. Тест-системы для контроля ионофорных кокцидиостатиков в кормах. *Комбикорма*. 2015; (5): 83–85. <https://www.elibrary.ru/trlhkf>
6. Djuragic O., Levic J., Sredanovic S., Levic L. Evaluation of homogeneity in feed by method of microtracers®. *Archiva Zootechnica*. 2009; 12(4): 85–91.
7. Rocha A.G., Montanhini R.N., Dilkin P., Tamiosso C.D., Mallmann C.A. Comparison of different indicators for the evaluation of feed mixing efficiency. *Animal Feed Science and Technology*. 2015; 209: 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2015.09.005>
8. Latvietis J., Priekulis J., Eihvalde I. Problems of cow feeding in robotic milking and loose handling conditions. *Engineering for Rural Development. Proceedings of the 7th International Scientific Conference*. Jelgava. 2008; 270–274.
9. Gayathri S.L., Panda N. Chelated minerals and its effect on animal production: A review. *Agricultural Reviews*. 2018; 39(4): 314–320. <https://doi.org/10.18805/ag.R-1823>
10. Єгоров Б.В., Макаринська А.В., Ворона Н.В. Особливості технології виробництва висококоордінатних кормових добавок. *Зернові продукти і комбикорми*. 2014; (2): 37–40. <https://www.elibrary.ru/wjxqft>
11. Herrman T., Behnke K. Testing Mixer Performance. MF-1172. *Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*. 1994; 4.
12. Robles V., González L.A., Ferret A., Manteca X., Calsamiglia S. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 2007; 85(10): 2538–2547. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-739>
13. Rego G. et al. A portable IoT NIR spectroscopic system to analyze the quality of dairy farm forage. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020; 175: 105578. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105578>
14. Samadi, Wajizah S., Munawar A.A. Rapid and Simultaneous Determination of Feed Nutritive Values by Means of Near Infrared Spectroscopy. *Tropical Animal Science Journal*. 2018; 41(2): 121–127. <https://doi.org/10.5398/tasj.2018.41.2.121>
15. Yang Z. et al. Development and validation of near-infrared spectroscopy for the prediction of forage quality parameters in *Lolium multiflorum*. *PeerJ*. 2017; 5: e3867. <https://doi.org/10.7717/peerj.3867>
16. Marchesini G., Serva L., Garbin E., Mirisola M., Andrighetto I. Near-infrared calibration transfer for undried whole maize plant between laboratory and on-site spectrometers. *Italian Journal of Animal Science*. 2018; 17(1): 66–72. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2017.1345660>
17. Ren G., Sun Y., Li M., Ning J., Zhang Z. Cognitive spectroscopy for evaluating Chinese black tea grades (*Camellia sinensis*): near-infrared spectroscopy and evolutionary algorithms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020; 100(10): 3950–3959. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10439>
18. Sánchez M.-T., Torres I., de la Haba M.-J., Chamorro A., Garrido-Varo A., Pérez-Marín D. Rapid, simultaneous, and *in situ* authentication and quality assessment of intact bell peppers using near-infrared spectroscopy technology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019; 99(4): 1613–1622. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9342>
19. Andueza D., Picard F., Martin-Rosset W., Aufrère J. Near-infrared spectroscopy calibrations performed on oven-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. *Applied Spectroscopy*. 2016; 70(8): 1321–1327. <https://doi.org/10.1177/0003702816654056>
20. Harper M.T. et al. *Short communication*: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(8): 6585–6589. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11001>
21. Królczyk J., Tukiendorf M. Using the methods of geostatic function and Monte Carlo in estimating the randomness of distribution of a two-component granular mixture during the flow mixing. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 2005; 8(4): 78.

**REFERENCES**

1. Kosilov V.I., Irgashev T.A., Rebezov M.B., Klochkova M.A. Cost of feed and age-related dynamics of a live weight of young sheep Tsigay breed and its insalvate with Edilbaev breed. *Kishovarz*. 2020; (4): 56–60 (in Russian). <https://elibrary.ru/jfxgpc>
2. Irgashev T.A., Baigenov F.N., Karimova M.O., Olimov S.H., Rebezov M.B., Bykova O.A. Influence of bentonite and bentonite-containing premix on feed consumption, growth and development of calves. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2022; (1): 43–48 (in Russian). <https://elibrary.ru/okaczb>
3. Kosilov V.I., Rakhimzhanova I.A., Salihov A.A., Rebezov M.B., Mironova I.V., Perevoiko Zh.A. Influence of feeding level and genotype on age dynamics of live weight of purebred and crossbred heifers. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (1): 208–212 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-208-212>
4. Konganbaev E.K., Asenova B.K., Smolnikova F.Kh., Rebezov M.B. Study on grain monocomponent feed used in feeding broiler chickens. *International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov*. Moscow: Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute. 2015; 235–237 (in Russian). <https://elibrary.ru/vbdkrh>
5. Trepalina E., Galkin A. Test systems for the control of ionophoric coccidiostatics in feed. *Compound feeds*. 2015; (5): 83–85 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/trlhkf>
6. Djuragic O., Levic J., Sredanovic S., Levic L. Evaluation of homogeneity in feed by method of microtracers®. *Archiva Zootechnica*. 2009; 12(4): 85–91.
7. Rocha A.G., Montanhini R.N., Dilkin P., Tamiosso C.D., Mallmann C.A. Comparison of different indicators for the evaluation of feed mixing efficiency. *Animal Feed Science and Technology*. 2015; 209: 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2015.09.005>
8. Latvietis J., Priekulis J., Eihvalde I. Problems of cow feeding in robotic milking and loose handling conditions. *Engineering for Rural Development. Proceedings of the 7th International Scientific Conference*. Jelgava. 2008; 270–274.
9. Gayathri S.L., Panda N. Chelated minerals and its effect on animal production: A review. *Agricultural Reviews*. 2018; 39(4): 314–320. <https://doi.org/10.18805/ag.R-1823>
10. Yegorov B.V., Makarinskaya A.V., Gontsa N.V. Features of production technology of highly homogenous feed additives. *Zernovi produkti i kombikorma*. 2014; (2): 37–40 (in Ukrainian). <https://www.elibrary.ru/wjxqft>
11. Herrman T., Behnke K. Testing Mixer Performance. MF-1172. *Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*. 1994; 4.
12. Robles V., González L.A., Ferret A., Manteca X., Calsamiglia S. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 2007; 85(10): 2538–2547. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-739>
13. Rego G. et al. A portable IoT NIR spectroscopic system to analyze the quality of dairy farm forage. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020; 175: 105578. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105578>
14. Samadi, Wajizah S., Munawar A.A. Rapid and Simultaneous Determination of Feed Nutritive Values by Means of Near Infrared Spectroscopy. *Tropical Animal Science Journal*. 2018; 41(2): 121–127. <https://doi.org/10.5398/tasj.2018.41.2.121>
15. Yang Z. et al. Development and validation of near-infrared spectroscopy for the prediction of forage quality parameters in *Lolium multiflorum*. *PeerJ*. 2017; 5: e3867. <https://doi.org/10.7717/peerj.3867>
16. Marchesini G., Serva L., Garbin E., Mirisola M., Andrighetto I. Near-infrared calibration transfer for undried whole maize plant between laboratory and on-site spectrometers. *Italian Journal of Animal Science*. 2018; 17(1): 66–72. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2017.1345660>
17. Ren G., Sun Y., Li M., Ning J., Zhang Z. Cognitive spectroscopy for evaluating Chinese black tea grades (*Camellia sinensis*): near-infrared spectroscopy and evolutionary algorithms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020; 100(10): 3950–3959. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10439>
18. Sánchez M.-T., Torres I., de la Haba M.-J., Chamorro A., Garrido-Varo A., Pérez-Marín D. Rapid, simultaneous, and *in situ* authentication and quality assessment of intact bell peppers using near-infrared spectroscopy technology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019; 99(4): 1613–1622. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9342>
19. Andueza D., Picard F., Martin-Rosset W., Aufrère J. Near-infrared spectroscopy calibrations performed on oven-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. *Applied Spectroscopy*. 2016; 70(8): 1321–1327. <https://doi.org/10.1177/0003702816654056>
20. Harper M.T. et al. *Short communication*: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(8): 6585–6589. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11001>
21. Królczyk J., Tukiendorf M. Using the methods of geostatic function and Monte Carlo in estimating the randomness of distribution of a two-component granular mixture during the flow mixing. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 2005; 8(4): 78.

22. Eisenberg D. Mix with Confidence. *International Milling Flour & Feed*. 1994; 31–33.
23. Kumar S., Lahlali R., Liu X., Karunakaran C. Infrared spectroscopy combined with imaging: A new developing analytical tool in health and plant science. *Applied Spectroscopy Reviews*. 2016; 51(6): 466–483. <https://doi.org/10.1080/05704928.2016.1157808>
24. Berzaghi P., Cherney J.H., Casler M.D. Prediction performance of portable near infrared reflectance instruments using preprocessed dried, ground forage samples. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 182: 106013. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106013>
25. Барашков Н.Н., Писаренко П.В., Крикунова В.Ю., Сахно Т.В., Крикунов О.А. Ферромагнитные микротрейсеры как индикаторы качества однородности комбикормов для животноводства и птицеводства. *Зернови продукти і комбикорми*. 2016; (3): 34–40. <https://www.elibrary.ru/xchsvx>
26. Sakhno T., Krykunova V., Sakhno Y., Barashkov N., Eisenberg D. Preparation of ferromagnetic liquid containing mixed iron oxide/manganese oxide nanoparticles and its use for mixer studies in liquids feeds. *Physics of Liquid Matter: Modern Problems. 7th International Conference. Abstracts*. Kyiv. 2016; 147.
27. Barashkov N., Eisenberg D., Eisenberg S., Mohnke J. Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications. *Feed Technology. XII International Symposium*. Novi Sad. 2008.
28. Krolczyk J. The effect of mixing time on the homogeneity of multi-component granular systems. *Transactions of FAMENA*. 2016; 40(1): 45–56.
29. Corrigan O.I., Wilkinson M.L., Ryan J., Harte K., Corrigan O.F. The Use of Microtracers® in a Medicated Premix to Determine the Presence of Tiamulin in Final Feed. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 1994; 20(8): 1503–1509. <https://doi.org/10.3109/03639049409038386>
30. Bagliacca M., Paci G., Marzoni M., Lisi E. Impiego di particelle di ferro colorate (Microtracers®) come traccianti dei mangimi e per il controllo della miscelazione. *Large Animals Review*. 2002; 8(2): 9–12.
31. Nikkhah A. Barley grain for ruminants: A global treasure or tragedy. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2012; 3: 22. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-22>
32. Черкасов Р.И., Адигапов К.А., Воронин В.В., Гапон Н.В., Сизякин Р.А. Оценка качества смешивания сыпучих материалов с различным размером фракций. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (2–2): 169. <https://www.elibrary.ru/uzjahn>
33. Демин О.В., Смолин Д.О., Першин В.Ф. Оценка качества смеси сыпучих материалов на основе анализа их цифровых изображений. *Современные проблемы науки и образования*. 2013; (2): 157. <https://www.elibrary.ru/rxuokp>
34. Nikkhah A. Optimizing Barley Grain Use by Dairy Cows: A Betterment of Current Perceptions. *Progress in Food Science and Technology*. New York: Nova Science Publishers Inc. 2011; 1: 165–178.
35. Restle J., Faturi C., Pascoal L.L., Rosa J.R.P., Brondani I.L., Filho D.C.A. Processamento do grão de aveia para alimentação de vacas de descarte terminadas em confinamento. *Ciência Animal Brasileira*. 2009; 10(2): 497–503.
36. Nikitin E.A., Pavkin D.Yu., Izmailov A.Yu., Aksenov A.G. Assessing the Homogeneity of Forage Mixtures Using an RGB Camera as Exemplified by Cattle Rations. *Applied Sciences*. 2022; 12(7): 3230. <https://doi.org/10.3390/app12073230>
37. Pavkin D.Yu., Belyakov M.V., Nikitin E.A., Efremenkov I.Yu., Golyshkov I.A. Determination of the Dependences of the Nutritional Value of Corn Silage and Photoluminescent Properties. *Applied Sciences*. 2023; 13(18): 10444. <https://doi.org/10.3390/app131810444>
38. Nikitin E.A., Семенов В.С. Анализ проблем эффективного приготовления кормовой смеси в современном животноводстве. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2019; (2): 158–163. <https://www.elibrary.ru/kjpyil>
39. Беляков М.В., Никитин Е.А., Ефременков И.Ю. Эффективность фотолуминесцентного метода контроля гомогенности кормовых смесей в животноводстве. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022; 16(3): 55–61. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-3-55-61>
40. Кирсанов В.В., Беляков М.В., Никитин Е.А., Благов Д.А., Михайличенко С.М. Спектральный анализ как инструмент определения качества смешивания многокомпонентной кормовой смеси. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2023; (3): 41–46. <https://www.elibrary.ru/rcobbx>
41. Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Никитин Е.А., Кирюшин И.А. Применение систем технического зрения для диагностики качества кормов КРС. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(5): 770–776. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.770-776>
42. Lednev V.N., Sdvizhensky P.A., Grishin M.Yu., Nikitin E.A., Gudkov S.V., Pershin S.M. Improving Calibration Strategy for LIBS Heavy Metals Analysis in Agriculture Applications. *Photonics*. 2021; 8(12): 563. <https://doi.org/10.3390/photonics8120563>
43. Горлов И.Ф. и др. Влияние новой пребиотической кормовой добавки на естественную резистентность и продуктивность свиной крупной белой породы. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2023; (3): 36–41. <https://www.elibrary.ru/cbmmhi>
22. Eisenberg D. Mix with Confidence. *International Milling Flour & Feed*. 1994; 31–33.
23. Kumar S., Lahlali R., Liu X., Karunakaran C. Infrared spectroscopy combined with imaging: A new developing analytical tool in health and plant science. *Applied Spectroscopy Reviews*. 2016; 51(6): 466–483. <https://doi.org/10.1080/05704928.2016.1157808>
24. Berzaghi P., Cherney J.H., Casler M.D. Prediction performance of portable near infrared reflectance instruments using preprocessed dried, ground forage samples. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 182: 106013. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106013>
25. Barashkov N.N., Pysarenko P.V., Krikunova V.Yu., Sakhno T.V., Krikunov O.A. Ferromagnetic microtracers and their use for evaluation of the homogeneity of feed for agricultural animals and poultry. *Zernovi produkti i kombikorma*. 2016; (3): 34–40 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xchsvx>
26. Sakhno T., Krykunova V., Sakhno Y., Barashkov N., Eisenberg D. Preparation of ferromagnetic liquid containing mixed iron oxide/manganese oxide nanoparticles and its use for mixer studies in liquids feeds. *Physics of Liquid Matter: Modern Problems. 7th International Conference. Abstracts*. Kyiv. 2016; 147.
27. Barashkov N., Eisenberg D., Eisenberg S., Mohnke J. Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications. *Feed Technology. XII International Symposium*. Novi Sad. 2008.
28. Krolczyk J. The effect of mixing time on the homogeneity of multi-component granular systems. *Transactions of FAMENA*. 2016; 40(1): 45–56.
29. Corrigan O.I., Wilkinson M.L., Ryan J., Harte K., Corrigan O.F. The Use of Microtracers® in a Medicated Premix to Determine the Presence of Tiamulin in Final Feed. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 1994; 20(8): 1503–1509. <https://doi.org/10.3109/03639049409038386>
30. Bagliacca M., Paci G., Marzoni M., Lisi E. Impiego di particelle di ferro colorate (Microtracers®) come traccianti dei mangimi e per il controllo della miscelazione. *Large Animals Review*. 2002; 8(2): 9–12.
31. Nikkhah A. Barley grain for ruminants: A global treasure or tragedy. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2012; 3: 22. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-22>
32. Cherkasov R.I., Adigamov K.A., Voronin V.V., Gapon N.V., Sizyakin R.A. Quality assessment of loose mix materials with different grain size. *Modern problems of science and education*. 2015; (2–2): 169 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/uzjahn>
33. Demin O.V., Smolin D.O., Pershin V.F. Qualification mixes bulk materials based on their digital images. *Modern problems of science and education*. 2013; (2): 157 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rxuokp>
34. Nikkhah A. Optimizing Barley Grain Use by Dairy Cows: A Betterment of Current Perceptions. *Progress in Food Science and Technology*. New York: Nova Science Publishers Inc. 2011; 1: 165–178.
35. Restle J., Faturi C., Pascoal L.L., Rosa J.R.P., Brondani I.L., Filho D.C.A. Processing oats grain for cull cows finished in feedlot. *Ciência Animal Brasileira*. 2009; 10(2): 497–503 (in Portuguese).
36. Nikitin E.A., Pavkin D.Yu., Izmailov A.Yu., Aksenov A.G. Assessing the Homogeneity of Forage Mixtures Using an RGB Camera as Exemplified by Cattle Rations. *Applied Sciences*. 2022; 12(7): 3230. <https://doi.org/10.3390/app12073230>
37. Pavkin D.Yu., Belyakov M.V., Nikitin E.A., Efremenkov I.Yu., Golyshkov I.A. Determination of the Dependences of the Nutritional Value of Corn Silage and Photoluminescent Properties. *Applied Sciences*. 2023; 13(18): 10444. <https://doi.org/10.3390/app131810444>
38. Nikitin E.A., Semenyuk V.S. Analysis of feed mixture effective preparation's problems in the modern farming. *Journal of VNIIMZH*. 2019; (2): 158–163 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kjpyil>
39. Belyakov M.V., Nikitin E.A., Efremenkov I.Yu. Efficiency of the Photoluminescent Method for Monitoring the Homogeneity of Feed Mixtures in Animal Husbandry. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022; 16(3): 55–61 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-3-55-61>
40. Kirsanov V.V., Belyakov M.V., Nikitin E.A., Blagov D.A., Mikhailichenko S.M. Spectral analysis as a tool for determining the mixing quality of a multicomponent feed mixture. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2023; (3): 41–46 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rcobbx>
41. Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu., Nikitin E.A., Kiryushin I.A. Application of technical vision systems for diagnosing the quality of cattle feed. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(5): 770–776 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.770-776>
42. Lednev V.N., Sdvizhensky P.A., Grishin M.Yu., Nikitin E.A., Gudkov S.V., Pershin S.M. Improving Calibration Strategy for LIBS Heavy Metals Analysis in Agriculture Applications. *Photonics*. 2021; 8(12): 563. <https://doi.org/10.3390/photonics8120563>
43. Gorlov I.F. et al. The effect of new prebiotic feed additive on large white breed pigs natural resistance and productivity. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2023; (3): 36–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/cbmmhi>

## ОБ АВТОРАХ

**Ирина Валерьевна Миронова<sup>1,2</sup>**  
 доктор биологических наук, профессор  
 mironova\_irina-v@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

**Эмилия Хамзиевна Латыпова<sup>1</sup>**  
 аспирант  
 Emiliya.latyпова@yandex.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-6794-4152>

**Евгений Александрович Никитин<sup>3</sup>**  
 кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
<https://orcid.org/0000-0003-0918-2990>

**Дмитрий Андреевич Благов<sup>3</sup>**  
 кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
<https://orcid.org/0000-0001-7826-5197>

<sup>1</sup> Башкирский государственный аграрный университет,  
 ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

<sup>2</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
 ул. Космонавтов, 1, Уфа, 450064, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
 1-й Институтский проезд, 5, стр. 1, Москва, 109428, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Irina Valeryevna Mironova<sup>1,2</sup>**  
 Doctor of Biological Sciences, Professor  
 mironova\_irina-v@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

**Emilia Khamzиеvna Latypova<sup>1</sup>**  
 Graduate Student  
 Emiliya.latyпова@yandex.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-6794-4152>

**Evgeny Alexandrovich Nikitin<sup>3</sup>**  
 Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
<https://orcid.org/0000-0003-0918-2990>

**Dmitry Andreevich Blagov<sup>3</sup>**  
 Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
<https://orcid.org/0000-0001-7826-5197>

<sup>1</sup> Bashkir State Agrarian University,  
 34 50th Anniversary of October Str., Ufa, 450001, Russia





<sup>2</sup> Ufa State Petroleum Technological University  
 1 Kosmonavtov Str., Ufa, 450064, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
 5 1<sup>st</sup> Institute passage, Moscow, 109428, Russia







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

### Вы

-  общительны и активны
-  владеете связями в сфере АПК
-  есть 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**



УДК 636.2.087.8

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68

М.Н. Баеринас<sup>1</sup>  
 О.П. Неверова<sup>1</sup>  
 О.В. Горелик<sup>1</sup> ✉  
 С.А. Гриценко<sup>1,2</sup>  
 М.Б. Ребезов<sup>1,3</sup>  
 К.С. Исаева<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

✉ [olgao205en@yandex.ru](mailto:olgao205en@yandex.ru)

Поступила в редакцию:  
30.03.2024

Одобрена после рецензирования:  
11.04.2024

Принята к публикации:  
25.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68

Marina N. Baerinas<sup>1</sup>  
 Olga P. Neverova<sup>1</sup>  
 Olga V. Gorelik<sup>1</sup> ✉  
 Svetlana A. Gritsenko<sup>1,2</sup>  
 Maksim B. Rebezov<sup>1,3</sup>  
 Kuralay S. Isaeva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

<sup>3</sup> V.M. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Toraihyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

✉ [olgao205en@yandex.ru](mailto:olgao205en@yandex.ru)

Received by the editorial office:  
30.03.2024

Accepted in revised:  
11.04.2024

Accepted for publication:  
25.04.2024

## Динамика вариации молочных признаков у коров при применении кормовой добавки «ВивАктив»

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В Свердловской области разводится голштинский молочный скот, совершенствование его идет путем отбора и подбора лучших для дальнейшего разведения. Для проявления ими генетического потенциала продуктивности необходимо обеспечить сбалансированное питание.

**Цель работы** — оценка разнообразия молочных признаков у коров голштинской породы при использовании кормовой добавки «ВивАктив».

**Методы.** Для проведения исследования в типичном для региона племенном заводе были сформированы 4 группы из числа отелившихся первотелок по 10 голов в каждой — контрольная и три опытных по принципу пар-аналогов. Оценивали молочную продуктивность коров за первую лактацию и за календарный год по контрольным дойкам один раз в месяц. Оценку содержания жира и белка в молоке проводили в средней пробе молока один раз в месяц от каждой коровы. Рассчитывали коэффициент изменчивости (вариации) по общепринятой формуле.

**Результаты.** В результате проведенных исследований установлено, что применение кормовой добавки «ВивАктив» не оказало существенного влияния на продуктивность коров. Удой за лактацию по группам составил  $10582,3 \pm 187,35$ ,  $10640,8 \pm 163,89$ ,  $10293,9 \pm 176,45$  и  $10080,1 \pm 178,13$  кг соответственно. Разница была недостоверна и незначительна. Рассматривая изменения коэффициента вариации между группами, можно отметить меньшую изменчивость признака у коров 2-й опытной группы. На втором месте оказались животные контрольной группы. Самое большое разнообразие признака оказалось в 3-й опытной группе. Таким образом, на изменчивость признака оказывают влияние период (месяц) лактации, в какой-то мере длительность лактации, а также применение кормовой добавки «ВивАктив», которая оказала стабилизирующее влияние на удои коров при ее применении в дозе 20 г/гол/сутки.

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (государственная регистрация № АААА-А19-1191014000069).

**Ключевые слова:** коровы, кормовая добавка, продуктивность, изменчивость молочных признаков, коэффициент вариации

**Для цитирования:** Баеринас М.Н., Неверова О.П., Горелик О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Исаева К.С. Динамика вариации молочных признаков у коров при применении кормовой добавки «ВивАктив». *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 63–68.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68>

© Баеринас М.Н., Неверова О.П., Горелик О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Исаева К.С.

## Dynamics of variation of dairy characteristics in cows when using the feed additive “VivAktiv”

### ABSTRACT

**Relevance.** Holstein dairy cattle are bred in the Sverdlovsk region, its improvement is carried out by selecting and selecting the best for further breeding. In order for them to display their genetic potential of productivity, it is necessary to ensure a balanced diet. The aim of the work was to assess the diversity of dairy characteristics in Holstein cows when using the “VivAktiv” feed additive.

**Methods.** To conduct the study, 4 groups of calved heifers with 10 heads each were formed in a typical breeding plant for the region: a control group and three experimental ones based on the principle of pairs of analogues. The dairy productivity of cows was evaluated for the first lactation and for the calendar year by control milking once a month. The fat and protein content in milk was assessed in an average milk sample once a month from each cow. The coefficient of variability (variation) was calculated according to the generally accepted formula.

**Results.** As a result of the conducted research, it was found that the use of the “VivAktiv” feed additive did not significantly affect the productivity of cows. The milk yield for lactation by group was  $10582.3 \pm 187.35$ ,  $10640.8 \pm 163.89$ ,  $10293.9 \pm 176.45$  and  $10080.1 \pm 178.13$  kg, respectively, the difference was unreliable and insignificant. Considering the changes in the coefficient of variation between the groups, we can note a lower variability of the trait in cows of the 2nd experimental group. The animals of the control group came in second place. The largest variety of the trait turned out to be in the 3rd experimental group. Thus, the variability of the trait is influenced by the period (month) of lactation, to some extent the duration of lactation, as well as the use of the feed additive “VivAktiv”, which had a stabilizing effect on cow yield when used at a dose of 20 g/head/day.

The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration No. ААААА-А19-1191014000069).

**Key words:** cows, feed additive, productivity, variability of milk characteristics, coefficient of variation

**For citation:** Baerinas M.N., Neverova O.P., Gorelik O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Isaeva K.S. Dynamics of variation of dairy characteristics in cows when using the feed additive Vivactive. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 63–68 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68>

© Baerinas M.N., Neverova O.P., Gorelik O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Isaeva K.S.

## Введение/Introduction

Достижение целей Доктрины продовольственной безопасности России<sup>1</sup> возможно при гарантии постоянства внутренних стратегических ресурсов, главным из которых является продовольствие. Продуктами, обеспечивающими продовольственную безопасность, являются молоко и его производные, которое получают от крупного рогатого скота молочного и комбинированного направления продуктивности. Повышение продуктивности молочного скота является основным направлением работы работников отрасли молочного скотоводства [1–3].

Основной молочной породой в России является голштинская, которая образовалась в результате разведения завезенного голштинского скота и поглотительного скрещивания маточного поголовья отечественного молочного скота с быками-производителями мирового генофонда голштинской породы. Современный молочный скот данной породы обладает высокими показателями продуктивности и хорошо приспособлен для использования в условиях промышленной технологии молока [4–6].

Однако наряду с положительными результатами перехода на новую породу выявились и проблемы: животные данной породы оказались требовательными к условиям кормления и содержания, а снижение воспроизводительных функций, которое сопровождается увеличением длительности сервис-периода, сокращением количества приплода, в конечном итоге привело к изменению длительности продуктивного долголетия и поставило новые задачи перед работниками, занятыми в отрасли молочного скотоводства [7–12].

Совершенствование животных голштинской породы с целью повышения продуктивных качеств будет продолжаться путем отбора и подбора животных для дальнейшего разведения. Показателем возможности отбора в молочном стаде является изменчивость признака (коэффициент изменчивости). По нему можно судить о разнообразии признака в стаде и возможности быстро проводить отбор [13, 14].

При разведении данных животных необходимо учитывать и то, что для полного проявления генетического потенциала продуктивности их необходимо обеспечить сбалансированным по всем питательным веществам рационом. Применение кормовых добавок как инструмента повышения продуктивности молочного скота актуально в современном сельском хозяйстве [12–14]. Кормовые добавки обеспечивают нормализацию минерального, витаминного обмена, повышают резистентность, а также улучшают общее состояние здоровья животных<sup>2</sup> [18–21]. К таким добавкам возможно отнести и «ВивАктив».

*Цель работы* — оценка разнообразия молочных признаков у коров голштинской породы при использовании кормовой добавки «ВивАктив».

## Материалы и методы исследования /

### Materials and methods

Исследования проводились в 2022 г. в одном из типичных племенных репродукторов Свердловской области (Россия) по разведению голштинского скота.

Обработку результатов исследований проводили в 2023 г.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС от 22 сентября 2010 года о защите животных, используемых для научных целей<sup>3</sup>, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ N 498-ФЗ<sup>4</sup>.

Для проведения исследования были сформированы 4 группы (контрольная и три опытных — по 10 голов в каждой) из числа отелившихся первотелок по принципу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы, времени отела. Животные средней живой массой 550 кг.

Опыт проводили при привязном содержании. Условия, основной рацион, режим и фронт кормления и поения, параметры микроклимата для всех групп были одинаковыми и соответствовали зоогигиеническим нормам<sup>5</sup>, отличие заключалось в кормлении.

Коровы первой (контрольной) группы получали рацион, принятый в хозяйстве, животным опытных групп дополнительно вводили кормовую добавку «ВивАктив» в количестве: 1-я опытная группа — 10 г, 2-я опытная группа — 20 г, 3-я опытная группа — 30 г дополнительно к основному рациону в расчете на голову в сутки. Добавку вносили в сухом виде в смеси с концентратами.

Кормовая добавка «ВивАктив» (Centrale Cooperative de Production Animale, Франция) относится к типу G (химического и (или) микробиологического синтеза, содержащего компоненты растительного происхождения). Регистрационный номер РФ в реестре зарегистрированных кормовых добавок ПВИ-2-8.15/04631. Состав: карбонат кальция — 37–41%, сульфат натрия — 35–39%, соли микроэлементов, биотин, бензил ацетат — 150 мг, экстракт зеленого чая — 300 мг, экстракт юкки — 10 мг. Применяется для повышения продуктивности и сохранности крупного и мелкого рогатого скота. По данным производителя, компоненты кормовой добавки «ВивАктив» оказывают следующее действие на питательные вещества в рубце: прямая защита протеина от расщепления; косвенная защита протеина от расщепления; косвенная защита крахмала от расщепления; снижение количества бактерий, расщепляющих крахмал. За счет этого снижается кислотность рубца, предотвращая ацидоз, и приводит к улучшению усвоения клетчатки, жира и увеличению активности фермента липазы в кишечнике и панкреатических ферментов. Это увеличивает переваримость компонентов корма и повышает эффективность их использования.

Исследование было проведено по схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения производственного опыта  
Table 1. Scheme of conducting production experience

Группа	Количество голов, ед.	Рацион кормления
Контрольная группа	10	Основной рацион (ОР)
1-я опытная группа	10	ОР + «Вив Актив» 10 г
2-я опытная группа	10	ОР + «Вив Актив» 20 г
3-я опытная группа	10	ОР + «Вив Актив» 30 г

Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622<sup>6</sup>, ГОСТ 26809.1<sup>7</sup>, ГОСТ 26809.2<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20). <http://www.scrf.gov.ru>

<sup>2</sup> Буряков Н.П. Кормление высокопродуктивного молочного скота. Москва. 2009.

<sup>3</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>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».

<sup>5</sup> Морозова Н.И., Мусаев Ф.А., Иванова Л.В. и др. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодичном стойловом содержании (монография). Рязань. 2013.

<sup>6</sup> ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

<sup>7</sup> ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты.

<sup>8</sup> ГОСТ 26809.2-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреда, сыры и сырные продукты, плавленные сыры и плавленные сырные продукты.

Оценивали молочную продуктивность коров за первую лактацию и за календарный год по контрольным дойкам один раз в месяц. Оценку содержания жира и белка в молоке проводили в средней пробе молока один раз в месяц от каждой коровы. Содержание жира (МДЖ) определяли согласно методике ГОСТ 5867-90<sup>9</sup>, содержание массовой доли белка (МДБ) — по методике ГОСТ 34454-2018<sup>10</sup>.

Рассчитывали коэффициент изменчивости (вариации) по общепринятой формуле<sup>11</sup>.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Молочная продуктивность — удой, является одним из основных селекционных признаков при разведении молочного скота. На рисунке 1 представлены данные о месячных удоях за календарный год у коров подопытных групп.

На рисунке 1 хорошо видно, что удои коров в начале исследований в первый месяц лактации у первотелок были практически одинаковыми, что прежде всего говорит о типичности молодых животных по молочной продуктивности и высоком уровне племенной работы в стаде. Снижение удоя во второй месяц, который совпал с февралем, объясняется укороченной его длительностью, поскольку среднесуточные удои в этот период составили, соответственно, 43,5 кг, 43,0 кг, 44,3 кг и 40,7 кг по группам и были выше, чем в первый месяц лактации, за исключением 2-й и 4-й групп на 0,3 кг и 1,3 кг. Первотелки 2-й группы (1-я опытная) снизили удой на 0,1 кг, а 4-й (3-я опытная) — на 2,1 кг, что, скорее всего, объясняется индивидуальными свойствами животных и в какой-то мере действием добавки «ВивАктив», доза которой была самой низкой и самой высокой.

Затем идет повышение количества надоев за третий месяц лактации, а потом постепенное снижение удоев, что соответствует закономерным изменениям по периодам лактации. Следует отметить и то, что в первые пять месяцев лактации превосходство остается за коровами контрольной группы.

Животные в группах имеют разную длительность лактации, поэтому низкие показатели в октябре — ноябре объясняются переходом отдельных животных на сухостой, а повышение удоя в декабре — последующим отелом и началом новой лактации. Применение кормовой добавки «ВивАктив» не оказало существенного влияния на продуктивность коров. Удой за лактацию по группам составил 10582,3 ± 187,35 кг, 10640,8 ± 163,89 кг, 10293,9 ± 176,45 кг и 10080,1 ± 178,13 кг соответственно. Разница была незначительна.

Эти выводы подтверждаются и изменчивостью коэффициентов вариации (Cv, %) по месяцам лактации (рис. 2).

Самые низкие показатели коэффициента вариации установлены в первый месяц лактации — 3,54%, 2,52%, 3,83% и 5,44%, что определяется типичностью подбора и отбора животных при проведении племенной работы с животными и подбора их в группы для проведения исследований. В дальнейшем идет нарастание изменчивости как по месяцам лактации, так и внутри групп, достигая максимальных показателей в октябре — ноябре, что определяется изменением статуса животных, а именно окончания лактационной деятельности отдельных коров по первой лактации, продолжением лактационной деятельности некоторых коров с увеличенной

Рис. 1. Месячные удои коров подопытных групп за 2022 г.

Fig. 1. Monthly milk yield of cows of experimental groups for 2022

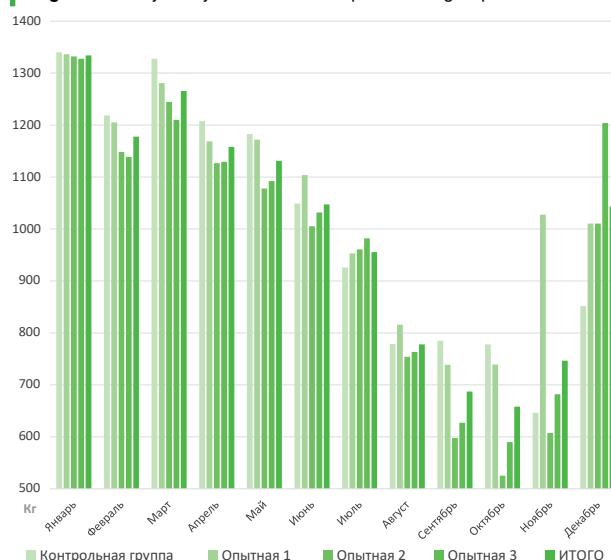
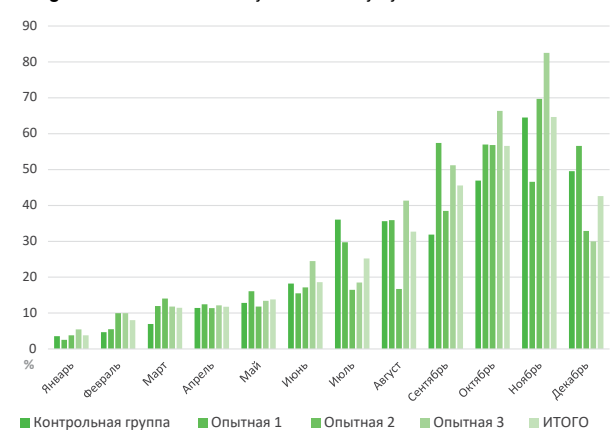


Рис. 2. Коэффициенты изменчивости удоя по месяцам 2022 г.

Fig. 2. Coefficients of milk yield variability by month in 2022



длительностью сервис-периода с началом второй лактации после отела.

Эти показатели возросли до 46,92%, 57,00%, 56,81% и 66,35% (октябрь) и до 64,48%, 46,56%, 69,69% и 82,49% (ноябрь). В декабре коэффициенты изменчивости начинают снижаться до 49,53%, 56,58%, 32,89% и 29,97%.

Рассматривая изменения коэффициента вариации между группами, можно отметить меньшую изменчивость признака у коров 2-й опытной группы. На втором месте оказались животные контрольной группы. Самое большое разнообразие признака оказалось в 3-й опытной группе.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на изменчивость признака оказывают влияние период (месяц) лактации, в какой-то мере длительность лактации, а также применение кормовой добавки «ВивАктив», которая оказала стабилизирующее влияние на удои коров при ее применении в дозе 20 г/гол/сутки.

Подобные исследования были проведены и по изучению изменчивости качественных показателей молока коров — МДЖ и МДБ — в молоке в соответствии с лактационной деятельностью коров-первотелок в течение календарного года. Динамика абсолютных показателей массовой доли жира и белка в молоке представлена в таблице 2.

<sup>9</sup> ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

<sup>10</sup> ГОСТ 34454-2018 Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кельдальда.

<sup>11</sup> Костомарин Н.М. Разведение с основами частной зоотехнии. Санкт-Петербург — Москва — Краснодар. 2006.

Таблица 2. Динамика МДЖ и МДБ в молоке коров (2022 г.)

Table 2. Dynamics of the mass fraction of fat and protein in cows' milk (2022)

Группа	Месяц лактации											
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й
<i>Массовая доля жира, %</i>												
Контрольная	3,68±0,07	3,64±0,05	3,50±0,04	3,53±0,05	3,71±0,07	3,77±0,06	3,82±0,06	4,26±0,10	4,35±0,10	4,20±0,14	3,88±0,10	3,93±0,14
1-я опытная	3,59±0,06	3,71±0,11	3,64±0,07	3,80±0,10	3,84±0,12	3,77±0,11	3,97±0,11	4,48±0,13	4,65±0,14	4,15±0,24	3,73±0,14	3,72±0,15
2-я опытная	3,63±0,04	3,59±0,05	3,74±0,08	3,76±0,09	3,71±0,06	3,65±0,05	4,12±0,10	4,57±0,10	4,76±0,09	4,46±0,16	4,13±0,12	4,23±0,13
3-я опытная	3,71±0,04	3,76±0,07	3,78±0,08	3,73±0,07	3,75±0,09	3,60±0,08	3,91±0,11	4,26±0,14	4,44±0,11	4,16±0,16	3,73±0,12	3,84±0,12
<i>Массовая доля белка, %</i>												
Контрольная	3,10±0,03	3,16±0,05	3,11±0,02	3,11±0,03	3,27±0,06	3,27±0,06	3,31±0,04	3,36±0,02	3,38±0,03	3,38±0,03	3,36±0,05	3,38±0,06
1-я опытная	3,02±0,03	3,15±0,06	3,16±0,05	3,18±0,04	3,34±0,04	3,26±0,04	3,28±0,05	3,40±0,02	3,44±0,02	3,31±0,05	3,25±0,06	3,26±0,07
2-я опытная	3,01±0,02	3,10±0,04	3,22±0,06	3,24±0,06	3,27±0,04	3,20±0,04	3,40±0,05	3,42±0,02	3,41±0,03	3,41±0,05	3,45±0,05	3,42±0,04
3-я опытная	3,08±0,04	3,20±0,05	3,27±0,05	3,27±0,06	3,35±0,06	3,21±0,05	3,31±0,05	3,41±0,02	3,42±0,04	3,33±0,06	3,24±0,06	3,29±0,05

По представленным данным можно сделать следующие выводы о том, что массовая доля жира в молоке коров изменяется с ходом лактации, несколько снижаясь при повышении удоя и повышаясь при его снижении. В целом за период оценки МДЖ в молоке коров по группам составила 3,86%, 3,92%, 4,02% и 3,89% соответственно. Исходя из этого, можно сказать о положительном действии кормовой добавки «ВивАктив» на показатели массовой доли жира в молоке коров опытных групп. Наиболее высокие показатели отмечаются во 2-й опытной группе с дозой введения 20 г/гол/сутки. У них же оказались самые высокие показатели по массовой доле белка в молоке коров в среднем за период оценки.

По массовой доле жира в молоке во всех опытных группах наблюдалось превышение показателей МДЖ в молоке первотелок контрольной группы, хотя достоверных различий не установлено, но есть стойкая тенденция повышения этого показателя при использовании кормовой добавки. По массовой доле белка в молоке наблюдались его повышение только во 2-й опытной группе и некоторое изменение в сторону увеличения в молоке 3-й опытной группы. То есть применение кормовой добавки «ВивАктив» в дозе 10 и 30 г/гол/сутки повышает МДЖ в молоке, но приводит к снижению МДБ.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение кормовой добавки в дозе 20 г/гол/сутки позволяет повысить качественные показатели в молоке (МДЖ и МДБ) у первотелок.

Были рассчитаны коэффициенты вариации МДЖ в молоке коров по месяцам в течение календарного года, который совпал с началом лактации у первотелок подопытных групп (рис. 3).

Основные параметры рисунка 3 совпадают с общим форматом изменений коэффициентов вариации удоя по месяцам календарного года. Наиболее низкими они оказались в первый месяц лактации, который совпал с первым календарным месяцем года. В первые 4 месяца в контрольной группе коэффициенты изменчивости снижались, в то время как в опытных колебались в сторону снижения и повышения, причем практически в течение всей лактации и периода оценки, особенно хорошо это заметно по показателям во 2-й опытной группе. У первотелок 1-й опытной группы отмечалось постоянное изменение коэффициента в сторону повышения, и в этой группе были получены самые высокие показатели коэффициента вариации в октябре и ноябре — 18,21% и 12,14%.

Выявлены особенности и по динамике коэффициента вариации в молоке коров подопытных групп по МДБ в молоке по месяцам года и лактации (рис. 4).

МДБ в молоке коров всех подопытных групп оказался наиболее стабильным показателем относительно удоя и МДЖ в молоке, и коэффициенты вариации МДБ в

Рис. 3. Коэффициенты изменчивости МДЖ в молоке коров по месяцам 2022 г.

Fig. 3. Coefficients of variability of the mass fraction of fat in cows' milk by month in 2022

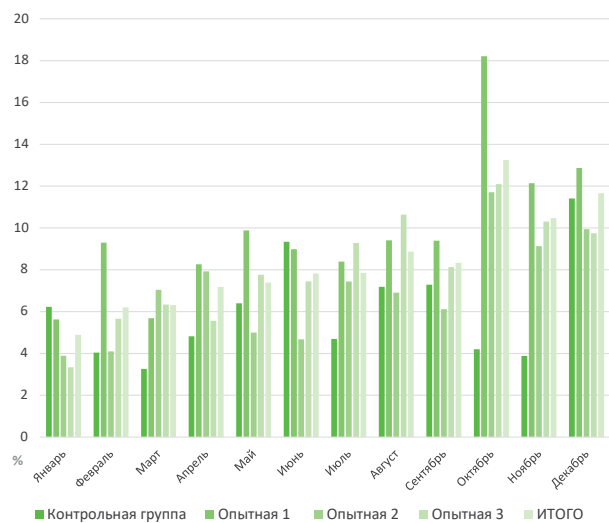
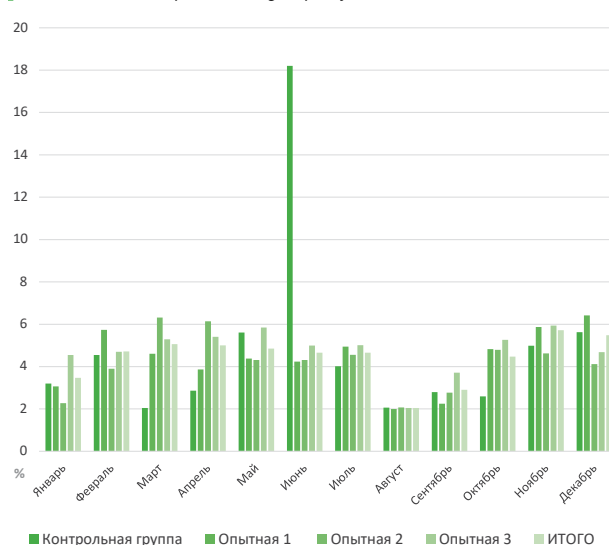


Рис. 4. Коэффициенты изменчивости МДБ в молоке коров подопытных групп по месяцам 2022 г.

Fig. 4. Coefficients of variability of the mass fraction of protein in the milk of cows of experimental groups by month of 2022



молоке находились в пределах 2,05–6,41% с колебаниями по месяцам года, лактации и группам. Самый высокий коэффициент вариации (18,21%) установлен в контрольной группе в июне, что, скорее всего, объясняется реакцией животных на некоторую смену кормления — замену части сочных кормов массой с зеленого конвейера.

## Выводы/Conclusions

Исходя из вышеизложенного, можно сделать общее заключение о том, что в хозяйстве используется высокопродуктивный молочный скот голштинской породы. Применение кормовой добавки «ВивАктив» не оказало существенного влияния на удой за лактацию и календарный год. Самые низкие показатели коэффициента вариации установлены в первый месяц лактации (3,54%, 2,52%, 3,83% и 5,44%), что определяется типичностью подбора и отбора животных при проведении племенной работы с животными и подбора их в группы. Массовая доля жира в молоке коров изменяется с ходом лактации, несколько снижаясь при повышении

удоя и повышаясь при его снижении. В целом за период оценки показатель МДЖ в молоке коров по группам составил 3,86%, 3,92%, 4,02% и 3,89% соответственно.

Исходя из этого, можно сказать о положительном действии кормовой добавки «ВивАктив» на показатели массовой доли жира в молоке коров опытных групп. Наиболее высокие показатели отмечаются во 2-й опытной группе с дозой введения 20 г/гол/сутки. МДБ в молоке коров всех подопытных групп оказался наиболее стабильным показателем относительно удоя и МДЖ в молоке, и коэффициенты вариации МДБ в молоке находились в пределах 2,05–6,41% с колебаниями по месяцам года, лактации и группам.

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

- Донник И.М., Мымрин С.В. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота. *Главный зоотехник*. 2016; (8): 20–32. <https://elibrary.ru/wgwpqd>
- Строев В.В., Магомедов М.Д., Алексейчева Е.Ю. Повышение производства и потребления молочных продуктов в России и продовольственная безопасность. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2023; 13(6А): 368–380. <https://www.elibrary.ru/fkhuwk>
- Колесникова А.В., Басонов О.А. Степень использования генетического потенциала голштинских быков-производителей различной селекции. *Зоотехния*. 2017; (1): 10–12. <https://elibrary.ru/xwvvgv>
- 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>
- 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>
- 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)
- Сафронов С.Л., Костомахин 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://www.elibrary.ru/drqjgh>
- Дунин И.М., Тяпугин С.Е., Мешчеров Р.К., Ходыков В.П., Мешчеров Ш.Р., Никулкин Н.С. Разведение скота голштинской породы на территории Российской Федерации. *Зоотехния*. 2020; (2): 5–8. <https://www.elibrary.ru/mlvbyl>
- Скобелев В.В., Чижевский С.И., Серяков И.С., Цикунова О.Г. Молочная продуктивность коров-перволеток в зависимости от генеалогической структуры в ОАО «Валище» Пинского района. *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2017; (4): 32–37. <https://www.elibrary.ru/ymneik>
- Павлова Т.В., Новик С.Н. Продолжительность хозяйственного использования и молочная продуктивность коров разных генотипов в СПК «Ляховичский». *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2017; (2): 31–37. <https://elibrary.ru/ymneau>
- Шульга Л.В., Медведева К.Л., Ланцов А.В., Вальшонек Е.О., Долина Д.С. Факторы, влияющие на продуктивное долголетие коров. *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2020; (4): 8–11. <https://elibrary.ru/xlcxmt>
- 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>
- Чеченихина О.С., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Степанов А.В. Возраст выхода 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>
- Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Сидорова Д.В., Новицкая К.В. Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(8): 60–61. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>

## REFERENCES

- Donnik I.M., Mymrin S.V. Role of genetic factors in increasing the productivity of cattle. *Head of animal breeding*. 2016; (8): 20–32 (in Russian). <https://elibrary.ru/wgwpqd>
- 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(6A): 368–380 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/fkhuwk>
- Kolesnikova A.V., Basonov O.A. The genetic potential of various selection Holstein sires. *Zootekhnika*. 2017; (1): 10–12 (in Russian). <https://elibrary.ru/xwvvgv>
- 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 81st International scientific and technical conference*. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2023; 2: 250 (in Russian). <https://elibrary.ru/azjxic>
- 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>
- 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)
- Safronov S.L., Kostomakhin N.M., Solovyova O.I., Ostroukhova V.I., Kulmakova N.I. Milk productivity and longevity of cows in the conditions of industrial milk production technology. *Breeding and technological aspects of intensifying the production of livestock products. Based on proceedings from the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 150th anniversary of the birth of Academician M.F. Ivanov*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2022; 1: 223–227 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/drqjgh>
- Dunin I.M., Tyapugin S.E., Meshcherov R.K., Khodykov V.P., Meshcherov S.R., Nikulkin N.S. Breeding of Holstein cattle on the territory of the Russian Federation. *Zootekhnika*. 2020; (2): 5–8 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mlvbyl>
- Skobelev V.V., Chizhevsky S.I., Seryakov I.S., Tsikunova O.G. Milk productivity of first-calf cows depending on the genealogical structure at JSC «Valische», Pinsk region. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina*. 2017; (4): 32–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ymneik>
- Pavlova T.V., Novik S.N. Duration of economic use and milk productivity of cows of different genotypes in the Lyakhovich agricultural production complex. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina*. 2017; (2): 31–37 (in Russian). <https://elibrary.ru/ymneau>
- Shulga L.V., Medvedeva K.L., Lantsov A.V., Valshonok E.O., Dolina D.S. Factors influencing the productive longevity of cows. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina*. 2020; (4): 8–11 (in Russian). <https://elibrary.ru/xlcxmt>
- 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>
- Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Loretts 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>
- Gridina S.L., Gridin V.F., Sidorova D.V., Novitskaya K.V. Influence of Holstein share on milk productivity of Black-and-White cows. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018; 32(8): 60–61 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>

15. Павлова Е.И., Татаркина Н.И. Кормление коров в племенном репродукторе по голштинской породе крупного рогатого скота. *Мир инноваций*. 2019; (4): 39–43. <https://elibrary.ru/lyqxua>
16. Ярмоц Г.А. Влияние факторов кормления на молочную продуктивность коров. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2019; (4): 17–21. <https://elibrary.ru/cqppio>
17. Токарева М.А., Горелик О.В., Неверова О.П. Эффективность применения кормовой добавки «Оптимус» при кормлении дойных коров в период раздоя. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022; 95: 178–184. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-95-178-184>
18. Фомичев Ю.П., Рыков Р.А., Ермаков И.Ю. Эффективность применения энергокорма «Милканайзер» в кормлении молочных коров в условиях крестьянского хозяйства. *Зоотехния*. 2023; (3): 10–15. <https://www.elibrary.ru/hjminw>
19. Кухар Е.В., Шайкенова К.Х., Исабекова С.А., Айтмуханбетов Д.К., Сламья М.Г. Кормовая добавка для повышения молочной продуктивности коров. *Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина*. 2022; (4): 135–147. <https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1265>
20. Тюренкова Е.Н., Васильева О.Р. Кормление как основной фактор продуктивного долголетия молочной коровы. *Farm Animals*. 2014; (2): 98–108. <https://elibrary.ru/stwzwx>
21. Бегиев С.Ж., Биттиров И.А., Темираев Р.Б. Модификация технологии кормления для повышения молочной продуктивности и качества молока коров голштинской породы черно-пестрой масти. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2019; 56(1): 69–72. <https://elibrary.ru/ljnpfp>

## ОБ АВТОРАХ

**Марина Николаевна Баеринас<sup>1</sup>**

аспирант  
7732723@mail.ru

**Ольга Петровна Неверова<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой биотехнологии и пищевых продуктов  
opneverova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2474-2290>

**Ольга Васильевна Горелик<sup>1</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов  
olgao205en@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

**Светлана Анатольевна Гриценко<sup>1,2</sup>**

- доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>1</sup>;
- доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции<sup>2</sup>

zf.usavm@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

**Максим Борисович Ребезов<sup>1,3</sup>**

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>1</sup>;
- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>3</sup>

rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Куралай Сметкановна Исаева<sup>4</sup>**

кандидат технических наук, профессор, заведующая кафедрой биотехнологии  
issayevakuralay@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

<sup>4</sup> Торайгыров университет, ул. им. Ломова, 64, Павлодар, 140008, Казахстан

15. Pavlova E.I., Tatarkina N.I. Feeding cows in a breeding reproductor for Holstein breed of cattle. *World of innovation*. 2019; (4): 39–43 (in Russian). <https://elibrary.ru/lyqxua>

16. Yarmots G.A. The influence of feeding factors on milk productivity of cows. *Feeding of agricultural animals and feed production*. 2019; (4): 17–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/cqppio>

17. Tokareva M.A., Gorelik O.V., Neverova O.P. The effectiveness of the use of the feed additive "Optimus" when feeding dairy cows during the milking period. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; 95: 178–184 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-95-178-184>

18. Fomichev Yu.P., Rykov R.A., Ermakov I.Yu. The effectiveness of the use of energy feed "Milkanizer" in feeding dairy cows in the conditions of a peasant farm. *Zootekhnika*. 2023; (3): 10–15 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hjminw>

19. Kukhar E.V., Shaikhenova K.Kh., Isabekova S.A., Aitmukhanbetov D.K., Slamiya M.G. Feed additive to increase dairy productivity of cows. *Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin*. 2022; (4): 135–147 (in Russian). <https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1265>

20. Turenkova E.N., Vasilieva O.R. Feeding is a key factor for long productive life of a dairy cow. *Farm Animals*. 2014; (2): 98–108 (in Russian). <https://elibrary.ru/stwzwx>

21. Begiev S.Zh., Bititirov I.A., Temiraev R.B. Modification of feeding technology to improve milk productivity and milk quality of Holstein Black Pied cows. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019; 56(1): 69–72 (in Russian). <https://elibrary.ru/ljnpfp>

## ABOUT THE AUTHORS

**Marina Nikolaevna Baerinas<sup>1</sup>**

Graduate Student  
7732723@mail.ru

**Olga Petrovna Neverova<sup>1</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Head of the Department of Biotechnology and Food Products  
opneverova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2474-2290>

**Olga Vasilyevna Gorelik<sup>1</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products  
olgao205en@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

**Svetlana Anatolyevna Gritsenko<sup>1,2</sup>**

- Doctor of Biological Sciences, Associate Professor; Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>1</sup>;
- Doctor of Biological Sciences, Associate Professor; Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Production Technology and Processing of Agricultural Products<sup>2</sup>

zf.usavm@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

**Maksim Borisovich Rebezov<sup>1,3</sup>**

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>1</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>

**Kuralay Smetkanovna Isaeva<sup>4</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Professor, Head Department of Biotechnology  
issayevakuralay@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

<sup>2</sup> South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin Str., Troitsk, 457100, Russia

<sup>3</sup> V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, 26 Talaiikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>4</sup> Toraihyrov University, 64 Lomov Str., Pavlodar, 140008, Kazakhstan

УДК 631.86: 31.87

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-69-73

Т.С. Зинковская ✉

Г.Ю. Рабинович

Е.А. Подолян

Почвенный институт им. В.В. Докучаева,  
Москва, Россия

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Поступила в редакцию:  
06.02.2024Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024Принята к публикации:  
26.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-69-73

Tatiana S. Zinkovskaya ✉

Galina Yu. Rabinovich

Elena A. Podolyan

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,  
Moscow, Russia

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Received by the editorial office:  
06.02.2024Accepted in revised:  
12.04.2024Accepted for publication:  
26.04.2024

## Продуктивность яровой пшеницы и содержание отдельных групп микроорганизмов в почве в зависимости от нанопрепаратов

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Важным фактором снижения зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от разнородных лимитирующих факторов является применение удобрений и биосредств, к которым относятся препараты с наноразмерными частицами (нанопрепараты). В работе изучалось влияние нанопрепаратов на продуктивность яровой пшеницы и отдельные микробиологические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при регулировании водно-воздушного режима.

**Методы.** Исследования проводились на агрополигоне Губино (Тверская обл.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой осушаемой почве. При снижении влажности в слое 0–50 см ниже 70% от ППВ осуществлялось регулирование водного режима орошением. Нанопрепараты фульвогумат «Иван Овсинский» и н-БоГум применялись путем опрыскивания растений яровой пшеницы сорта Иргина. Нанопрепараты изучались как отдельно, так и на фоне органического удобрения — компоста многоцелевого назначения в дозе 10 т/га. Определение отдельных групп микроорганизмов в почве осуществлялось по общепринятым в микробиологии методикам.

**Результаты.** В ходе трехлетнего эксперимента получена достоверная прибавка (значимость различий  $p < 0,05$ ) урожая яровой пшеницы в вариантах с нанопрепаратами относительно контроля. Использование их на фоне КМН при регулировании водно-воздушного режима дало самую высокую продуктивность пшеницы во все годы исследований. Действие обоих нанопрепаратов было практически одинаковым. Прибавка урожая от нанопрепаратов относительно компоста многоцелевого назначения в среднем за три года была 18–20% на поливных и 11–13% на неполивных вариантах и составила 3,58 т/га и 2,83 т/га соответственно. При регулировании водного режима возросло содержание аммонифицирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов, связанное с оптимальным увлажнением для их жизнедеятельности. Особенно это проявилось в засушливый период, когда проводились поливы. Наибольшее количество изучаемых микроорганизмов наблюдалось на вариантах компост многоцелевого назначения + нанопрепараты и с внесением только компоста многоцелевого назначения. При этом отмечена высокая связь с урожайностью.

**Ключевые слова:** нанопрепараты, яровая пшеница, водно-воздушный режим, почвенные микроорганизмы

**Для цитирования:** Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А. Продуктивность яровой пшеницы и содержание отдельных групп микроорганизмов в почве в зависимости от нанопрепаратов. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 69–73.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-69-73>

© Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А.

## The productivity of spring wheat and the content of certain groups of microorganisms in the soil depend on nanopreparations

### ABSTRACT

**Relevance.** An important factor in reducing the dependence of crop productivity on various limiting factors is the use of fertilizers and biological products, which include nano-preparations. The work studied the effect of nano-preparations on the productivity of spring wheat and individual microbiological indicators of sod-podzolic light loamy soil when regulating the water-air regime.

**Methods.** The research was carried out at the Gubino agro-testing site (Tver region) on soddy-podzolic light loamy drained soil. When the humidity in the 0–50 cm layer decreased below 70% of the PPV, the water regime was regulated by irrigation. Nanopreparations fulvohumate “Ivan Ovsinsky” and n-BoGum were used by spraying spring wheat plants of the Irgina variety. Nanopreparations were studied both separately and against the background of organic fertilizer — multi-purpose compost at a dose of 10 t/ha. Determination of individual groups of microorganisms in the soil was carried out using generally accepted methods in microbiology.

**Results.** During the three-year experiment, a significant increase (significance of differences  $p < 0.05$ ) in the yield of spring wheat was obtained in the variants with nanopreparations relative to the control. Their use against the background of multi-purpose compost when regulating the water-air regime gave the highest wheat productivity in all years of research. The effect of both nanopreparations was almost the same. The yield increase from nanopreparations relative to multi-purpose compost over an average of three years was 18–20% for irrigation and 11–13% for non-irrigation options and amounted to 3.58 t/ha and 2.83 t/ha respectively. When regulating the water regime, the content of ammonifying and phosphate-mobilizing microorganisms increased, associated with optimal hydration for their vital functions. This was especially evident during the dry period, when irrigation was carried out. The largest number of studied microorganisms was observed in the variants of multi-purpose compost + nanopreparations and with the addition of only multi-purpose compost. At the same time, a high connection with productivity was noted.

**Key words:** nanopreparations, spring wheat, water-air mode, soil microorganisms

**For citation:** Zinkovskaya T.S., Rabinovich G.Yu., Podolyan E.A. The productivity of spring wheat and the content of certain groups of microorganisms in the soil depend on nanopreparations. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 69–73 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-69-73>

© Zinkovskaya T.S., Rabinovich G.Yu., Podolyan E.A.

## Введение/Introduction

В современном земледелии одним из перспективных направлений является использование биосредств нового поколения, к которым относятся препараты с наноразмерными частицами (нанопрепараты). За счет размера активных частиц (от 1 до 100 нм) они способствуют ускорению метаболических процессов, повышают иммунитет растений, обеспечивают синтез ферментов и т. д. [1, 2]. Благодаря адсорбции нанопрепаратами могут транспортироваться внутрь растительных клеток значительное количество наночастиц [3, 4]. Это позволяет за счет образования индукторов стрессоустойчивости<sup>1</sup> противостоять сельскохозяйственным растениям неблагоприятному воздействию окружающей среды, что в конечном итоге проявляется в увеличении продуктивности и качества возделываемых культур [5–7]. Во многих исследованиях подтверждена эффективность наночастиц металлов (*Fe*, *Co*, *Cu*), которые предлагается использовать в качестве микроэлементов [8–13]. Наряду с ними используют наночастицы серебра, являющиеся биологически активными веществами [14].

Во многих работах выявлено действие наночастиц серебра на рост и развитие растений. Получение наночастиц разнообразно. Помимо физико-химических методов, как альтернативу используют зеленый синтез самих растений разных таксономических групп [15, 16].

В настоящее время нанопрепараты, наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства [17, 18]. Использование нанопрепаратов обусловлено размерами частиц, позволяющих им проходить через биологические мембраны клеток. За счет большой удельной поверхности повышается химический потенциал, способствующий адсорбции значительного количества веществ и транспорту их внутрь клетки. Наночастицы имеют значительное отличие от основного вещества, представленного в виде сплошной фазы или микроскопического размера. Благодаря химическим и физическим свойствам и особенностям биологического воздействия на клетки растений наночастицы в составе нанопрепаратов представляют особый интерес в изучении их воздействия на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции [2, 8, 19].

*Цель данной работы* — изучение влияния нанопрепаратов фульвогумат «Иван Овсинский», зарегистрированного в каталоге пестицидов и агрохимикатов Российской Федерации, и н-БоГум, разработанного во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель, как при отдельном их применении, так и на фоне органического удобрения — компоста многоцелевого назначения (КМН) на продуктивность яровой пшеницы и содержание отдельных групп микроорганизмов на дерново-подзолистой почве при регулировании водно-воздушного режима.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевой опыт проводился в 2019–2021 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (Калининский р-н, Тверская обл., Россия). Почва характеризовалась повышенным

содержанием фосфора (25 мг / 100 г почвы), средним содержанием калия (12 мг / 100 г почвы), слабокислой реакцией среды ( $pH_{\text{сол}} 6,8$ ). Опыты проводились на осушаемой почве. Регулирование водного режима осуществлялось для поддержания влажности почвы в слое 0–50 см 70% ППВ. Для регулярных наблюдений за влажностью этого слоя почвы не реже одного раза в неделю отбирались образцы. В зависимости от климатических условий в годы проведения исследований были проведены поливы дождеванием разными нормами — от 240 до 360 м<sup>3</sup>/га.

Нанопрепараты изучали как на фоне компоста многоцелевого назначения (КМН), технология которого разработана во Всероссийском НИИ мелиорированных земель (ВНИИМЗ), так и отдельно. Компост был внесен в почву в начале эксперимента в дозе 10 т/га с учетом пролонгации его действия. Растения яровой пшеницы сорта Иргина опрыскивались нанопрепаратами (фульвогумат «Иван Овсинский» и н-БоГум) в течение вегетации с интервалом в 14 дней (норма расхода препаратов — 0,3 л/га).

Фульвогумат «Иван Овсинский» зарегистрирован в Справочнике пестицидов и агрохимикатов<sup>2</sup> 2023 г., разрешенных к применению на территории Российской Федерации (производитель НПО «Альфа-Групп», г. Новосибирск, Россия). Он содержит сбалансированный комплекс минералов, микроэлементов с измельчением гуминовых цепочек до наноразмеров, а также соли гуминовых кислот, фульвовую кислоту, обладая при этом свойствами удобрения, стимулятора роста, протекторными функциями. Гуминовый препарат н-БоГум ВНИИМЗ получен щелочной экстракцией под воздействием ультразвука и характеризуется высоким содержанием гуминовых кислот, набором макро- и микроэлементов, благоприятным уровнем кислотности и повышенной биодоступностью для различных сельскохозяйственных культур<sup>3</sup>.

Схема опыта включала следующие варианты:

Осушение	Осушение + орошение
1. Контроль без удобрений	7. Контроль без удобрений
2. Фульвогумат	8. Фульвогумат
3. н-БоГум	9. н-БоГум
4. КМН 10 т/га	10. КМН 10 т/га
5. КМН 10 т/га + фульвогумат	11. КМН 10 т/га + фульвогумат
6. КМН 10 т/га + н-БоГум	12. КМН 10 т/га + н-БоГум

Результаты экспериментальных данных обрабатывались с использованием программы «Ландшафт» (Россия). Подготовка почвенных проб и анализ на содержание отдельных групп микроорганизмов проводились по общепринятым методам<sup>4</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В отношении влагообеспеченности сельскохозяйственных культур (по многолетним средним характеристикам увлажнения) Нечерноземная зона России оценивается как благоприятная. Между тем межгодовая изменчивость увлажнения в летние месяцы здесь велика, периодически наблюдаются длительные засушливые периоды. Это часто приводит к снижению влажности в корнеобитаемом слое осушаемой почвы ниже

<sup>1</sup> Мазуренко В.В. Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии. Екатеринбург: УГТУ — УПИ. 2009; 83. ISBN 978-5-321-01654-1 <https://www.elibrary.ru/qmgrpnb>

<sup>2</sup> Регистрационный № 470-18-1761-1. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2023.

<sup>3</sup> Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. Патент RU 2785368. Способ получения жидкого гуминового препарата для растениеводства и земледелия. Опубликовано 06.12.2022.

<sup>4</sup> Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева М.: Изд-во МГУ. 1991.



влажности разрыва капиллярной связи. Водно-воздушный режим этого слоя необходимо оптимизировать, так как отклонение от оптимального увлажнения в любую сторону вызывает ухудшение всех факторов жизни растений и снижает эффект взаимодействия [20].

Климатические условия в годы проведения эксперимента отличались количеством выпадающих осадков и температурным режимом (рис. 1). Осадки характеризовались периодичностью и носили флуктуационный характер, что отразилось на проведении поливов, которые имели место при влажности почвы в слое 0–50 см ниже 70% от ППВ<sup>5</sup>.

В изучаемых вариантах с нанопрепаратами во все годы исследований получена достоверная прибавка (значимость различий  $p < 0,05$ ) урожая яровой пшеницы сорта Иргина в вариантах с нанопрепаратами относительно контроля. Поливные варианты отличались более высокой продуктивностью, чем без полива. Самая высокая урожайность по годам исследования на всех вариантах получена в 2019 г. и далее (к 2021 г.) наблюдалось ее снижение, связанное как с климатическими условиями в период вегетации яровой пшеницы, так и с выносом питательных элементов в предыдущие годы.

В первый год проведения эксперимента на поливных вариантах продуктивность составила с нанопрепаратами на фоне КМН от 4,68 т/га (н-БоГум) до 4,79 т/га (фульвогумат), в 2021 г. эти показатели равнялись 3,58 т/га и 3,52 т/га соответственно.

Варианты без поддержания оптимальной влажности имели более низкую урожайность. На анализируемых вариантах она была от 3,3 т/га в 2019 г. до 2,7 т/га в 2021-м. В среднем за три года урожайность здесь составила около 2,8 т/га без полива и 3,5 т/га с поливом (рис. 2).

В вариантах с применением препаратов в чистом виде без фона КМН при оптимуме влажности в корнеобитаемом слое продуктивность была от 3,2 т/га (2019 г.) до 2,8 т/га (2021 г.), без полива эти показатели были, соответственно, 2,7 т/га и 2,0 т/га. В среднем за три года прибавка урожайности от использования нанопрепаратов в чистом виде относительно контроля без удобрений была около 19%. На усиление действия изучаемых нанопрепаратов на фоне КМН сыграли поддержание оптимальной влажности и удобрительные свойства КМН. Прибавка к КМН от нанопрепаратов на вариантах с орошением доходила до 20%, на неполивных — до 13,5%. По отношению к контролю она достигала 40%. Отмечено практически одинаковое влияние на продуктивность пшеницы обоих изучаемых нанопрепаратов.

В течение трех лет исследований в опыте с нанопрепаратами проводились наблюдения за содержанием отдельных групп микроорганизмов в почве. Как известно, их разнообразие и количество очень изменчивы и зависят как от многих внешних факторов, так и от внутренних закономерностей процессов разложения и синтеза органического вещества, его пополнения, свойств почвы и т. д.

Самое большое содержание аммонифицирующих микроорганизмов в среднем за период наблюдений отмечено на поливных вариантах как с КМН + обработка пшеницы нанопрепаратами, так и с одним компостом. В первом случае их общее количество в почве составило 20,3 млн/г, с КМН — 18,9 млн/г. На неполивных вариантах эти показатели равнялись 14,1 млн/г и 13,5 млн/г соответственно.

Рис. 1. Метеорологические условия в период проведения опыта (2019–2021 гг.)

Fig. 1. Meteorological conditions during the experiment (2019–2021)

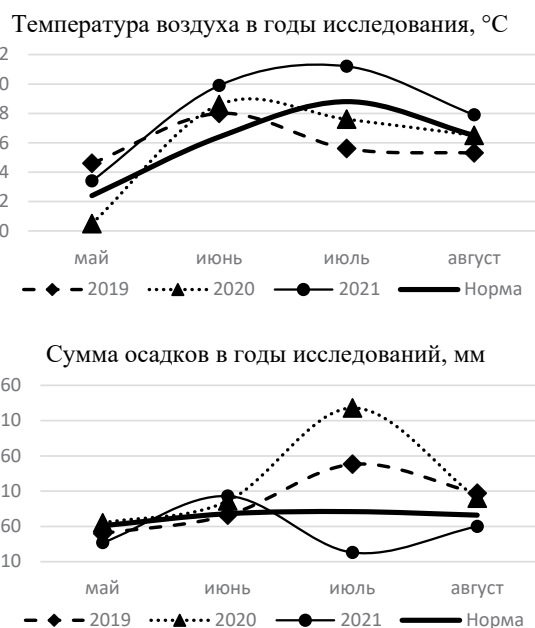
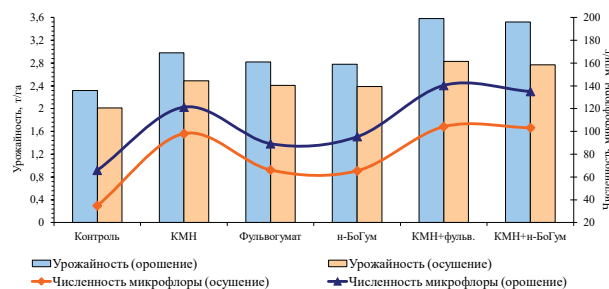


Рис. 2. Урожайность пшеницы и численность микроорганизмов (аммонифицирующие + фосфатмобилизующие) в среднем за три года

Fig. 2. Wheat yield and number of microorganisms (ammonifying + phosphate mobilizing) an average of three years



Повышение численности фосфатмобилизующих микроорганизмов способствует обогащению почвы доступными соединениями фосфора. Максимальное их количество (как и в случае с аммонифицирующими микроорганизмами) наблюдалось в вариантах с нанопрепаратами на фоне применения КМН.

В среднем за три года отмечена положительная связь агрономически полезной микрофлоры с урожайностью яровой пшеницы (рис. 2). При поддержании оптимальной влажности она равнялась 120 млн/г (КМН + фульвогумат) и 116 млн/г (КМН + н-БоГум). На варианте с компостом многоцелевого назначения их количество составило 102,8 млн/г, на абсолютном контроле — 59,8 млн/г.

### Выводы/Conclusion

Проведенный трехлетний эксперимент с нанопрепаратами выявил их положительное влияние на продуктивность яровой пшеницы и содержание отдельных групп микроорганизмов в почве в условиях регулирования водно-воздушного режима дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

<sup>5</sup> Агротомеорологический бюллетень по Тверской области. Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Росгидромет. 2019–2021 гг.

Во все годы исследований (2019–2021 гг.) получена достоверная прибавка урожая пшеницы на вариантах с нанопрепаратами относительно контроля. Самой высокой она была на поливных вариантах при совместном применении с компостом многоцелевого назначения (КМН) и составила по отношению к КМН от 11% на непользованных вариантах и до 20% при поддержании оптимальной

влажности почвы при орошении. На этих вариантах отмечено повышенное содержание аммонифицирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов. Между изучаемыми препаратами фульвогумат «Иван Овсинский» и н-БоГум не выявлено существенной разницы. Их влияние на продуктивность яровой пшеницы и содержание микроорганизмов было практически одинаковым.

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 ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ) (тема № 0439-2022-0007).

## FUNDING

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the State assignment of the Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute (VNIIMZ) (No. 0439-2022-0007).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоренко В.Ф. (ред.). Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. М.: Росинформагротех. 2011; 311. ISBN 978-5-7367-0855-0 <https://elibrary.ru/tkfjdn>
2. Юрин В.М., Молчан О.В. Наноматериалы и растения: взгляд на проблему. Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2015; 10(1): 9–21. <https://www.elibrary.ru/zioxrj>
3. Афонина И.А., Афонина Н.Е., Никифорова Т.Е. Биосинтез наночастиц серебра с использованием растительных экстрактов. *NovInfo*. 2019; 107: 1–4. <https://www.elibrary.ru/lnhhqq>
4. Kuppasamy P., Yusoff M.M., Maniam G.P., Govindan N. Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications — An updated report. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016; 24(4): 473–484. <https://doi.org/10.1016/j.sps.2014.11.013>
5. Mariyam S., Upadhyay S.K., Chakraborty K., Verma K.K., Duhan J.S., Muneer S., Meena M., Sharma R.K., Ghodake G., Chandra Shekhar Seth C.S. Nanotechnology, a frontier in agricultural science, a novel approach in abiotic stress management and convergence with new age medicine-A review. *Science of The Total Environment*. 2024; 912: 527–539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169097>
6. Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Порошкова М.А. Эффективность нанопрепаратов в семеноводстве льна-долгунца. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVII Международной научной конференции*. Кокшино: Брянский государственный аграрный университет. 2020; 652–658. <https://www.elibrary.ru/iaetoc>
7. Babu S. et al. Nanofertilizers for agricultural and environmental sustainability. *Chemosphere*. 2022; 292: 133451. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133451>
8. Тимофеев В.Н. Наночастицы железа при возделывании яровой пшеницы. *Эпоха науки*. 2021; 27: 13–18. <https://doi.org/10.24412/2409-3203-2021-27-13-18>
9. Конова А.М. и др. Влияние нанопрепаратов (Co, Zn, Fe) и удобрений «Нутривант плюс» и «Гринго» на продуктивность льна-долгунца. *Агрохимический вестник*. 2020; (4): 57–61. <https://doi.org/10.24411/1029-2551-2020-10056>
10. Амлеева Л.Е., Рыбкина Д.А. Нанотехнологии в аграрном секторе: перспективы нанопрепаратов. *Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки. Материалы 74-й Международной научно-практической конференции*. Рязань: Рязанский государственный агро-технологический университет им. П.А. Костычева. 2023; 1: 8–13. <https://www.elibrary.ru/ttuisl>
11. Sarkar T. et al. Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 11679–11733. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2095555>
12. Ahmad B. et al. Phyto-fabrication, purification, characterisation, optimisation, and biological competence of nano-silver. *IET Nanobiotechnol*. 2021; (15): 1–18. <https://doi.org/10.1049/nbt2.1200718-AHMADET AL>
13. Rajakumar G. et al. Yttrium Oxide Nanoparticle Synthesis: An Overview of Methods of Preparation and Biomedical Applications. *Applied Sciences*. 2021; 11(5): 2172. <https://doi.org/10.3390/app11052172>
14. Юркова И.Н., Омелченко А.В., Бугара И.А. Влияние наночастиц серебра на ростовые процессы пшеницы. *Вестник ВСГУТУ*. 2014; (1): 69–73. <https://elibrary.ru/sdekiv>
15. Горелкин П., Калинина Н., Лав А., Макаров В., Тальянский М., Яминский И. Синтез наночастиц с использованием растений. *Наноиндустрия*. 2012; (7): 16–23. <https://elibrary.ru/pejdhv>

## REFERENCES

1. Fedorenko V.F. (ed.). Nanotechnologies and nanomaterials in the agro-industrial complex. Moscow: Rosinformagrotech. 2011; 311. ISBN 978-5-7367-0855-0 <https://elibrary.ru/tkfjdn>
2. Yurin V.M., Molchan O.V. Nanomaterials and plants: look at the problem. *Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences*. 2015; 10(1): 9–21 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zioxrj>
3. Afonina I.A., Afonina N.E., Nikiforova T.E. The biosynthesis of silver nanoparticles using plant extracts. *NovInfo*. 2019; 107: 1–4 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lnhhqq>
4. Kuppasamy P., Yusoff M.M., Maniam G.P., Govindan N. Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications — An updated report. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016; 24(4): 473–484. <https://doi.org/10.1016/j.sps.2014.11.013>
5. Mariyam S., Upadhyay S.K., Chakraborty K., Verma K.K., Duhan J.S., Muneer S., Meena M., Sharma R.K., Ghodake G., Chandra Shekhar Seth C.S. Nanotechnology, a frontier in agricultural science, a novel approach in abiotic stress management and convergence with new age medicine-A review. *Science of The Total Environment*. 2024; 912: 527–539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169097>
6. Prudnikov A.D., Prudnikova A.G., Porushkova M.A. Efficiency of nanopreparations in fiber flax seed production. *Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex. Proceedings of the XVII International Scientific Conference*. Kokshino: Bryansk State Agrarian University. 2020; 652–658 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/iaetoc>
7. Babu S. et al. Nanofertilizers for agricultural and environmental sustainability. *Chemosphere*. 2022; 292: 133451. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133451>
8. Timofeev V.N. Iron nanoparticles in cultivation of spring wheat. *Epokha nauki*. 2021; 27: 13–18 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2409-3203-2021-27-13-18>
9. Konova A.M. et al. The influence of nanopreparations (Co, Zn, Fe) and fertilizers “Nutrivant plus” and “Gringo” on productivity of flax. *Agrochemical Herald*. 2020; (4): 57–61 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/10-9-2551-2020-10056>
10. Ampleeva L.E., Rybkina D.A. Nanotechnology in the agricultural sector: prospects for nano-preparations. *Innovative scientific and technological solutions for agriculture: contribution of university science. Proceedings of the 74th International scientific and practical conference*. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2023; 1: 8–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ttuisl>
11. Sarkar T. et al. Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 11679–11733. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2095555>
12. Ahmad B. et al. Phyto-fabrication, purification, characterisation, optimisation, and biological competence of nano-silver. *IET Nanobiotechnol*. 2021; (15): 1–18. <https://doi.org/10.1049/nbt2.1200718-AHMADET AL>
13. Rajakumar G. et al. Yttrium Oxide Nanoparticle Synthesis: An Overview of Methods of Preparation and Biomedical Applications. *Applied Sciences*. 2021; 11(5): 2172. <https://doi.org/10.3390/app11052172>
14. Yurkova I.N., Omelchenko A.V., Bugara I.A. The influence of silver nanoparticles on wheat growth process. *ESSUTM Bulletin*. 2014; (1): 69–73 (in Russian). <https://elibrary.ru/sdekiv>
15. Gorelkin P., Kalinina N., Love A., Makarov V., Taliyanskiy M., Yaminskiy I. Synthesis of nanoparticles using plants. *Nanoindustry*. 2012; (7): 16–23 (in Russian). <https://elibrary.ru/pejdhv>

16. Макаров В.В. и др. Зеленые нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием растений. *Acta Naturae*. 2014; 6(1): 37–47. <https://elibrary.ru/rzhlar>

17. Фарус О.А. Оценка действия наночастиц серебра на рост и развитие кресс-салата. *Наноиндустрия*. 2023; 16(6): 354–361. <https://elibrary.ru/lqdyml>

18. Зеленков В.Н., Потопов В.В. Гидротермальный нанокремнезем в сельскохозяйственном растениеводстве и биотехнологии. *Наноиндустрия*. 2020; 13(1): 22–33. <https://doi.org/10.22184/1993-8578.2020.13.1.22.33>

19. El-Azeim M.M.A., Sherif M.A., Hussien M.S., Tantawy I.A.A., Bashandy S.O. Impacts of nano- and non-nanofertilizers on potato quality and productivity. *Acta Ecologica Sinica*. 2020; 40(5): 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2019.12.007>

20. Зинковский В.Н., Зинковская Т.С. Учет атмосферных осадков при агрометеорологических расчетах. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018; (5): 130–135. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.71.019>

16. Makarov V.V. et al. Green Nanotechnologies: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants. *Acta Naturae*. 2014; 6(1): 35–44. <https://doi.org/10.32607/20758251-2014-6-1-35-44>

17. Farus O.A. Evaluation of the effect of silver nanoparticles on the growth and development of cress. *Nanoindustry*. 2023; 16(6): 354–361 (in Russian). <https://elibrary.ru/lqdyml>

18. Zelenkov V.N., Potapov V.V. Hydrothermal nanosilica in agricultural crop and biotechnology. *Nanoindustry*. 2020; 13(1): 22–33 (in Russian). <https://doi.org/10.22184/1993-8578.2020.13.1.22.33>

19. El-Azeim M.M.A., Sherif M.A., Hussien M.S., Tantawy I.A.A., Bashandy S.O. Impacts of nano- and non-nanofertilizers on potato quality and productivity. *Acta Ecologica Sinica*. 2020; 40(5): 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2019.12.007>

20. Zinkovsky V.N., Zinkovskaya T.S. Considering atmospheric precipitations at agrometeorological calculations. *International Research Journal*. 2018; (5): 130–135 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.71.019>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Татьяна Степановна Зинковская

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией плодородия отдела биотехнологий  
2016vniimz-noo@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3546-9637>

##### Галина Юрьевна Рабинович

доктор биологических наук, профессор, заведующая отделом биотехнологий  
<https://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

##### Елена Александровна Подолян

кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории плодородия отдела биотехнологий  
<https://orcid.org/0000-0002-2754-0053>

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,  
Пыжевский пер., 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Tatyana Stepanovna Zinkovskaya

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Fertility Laboratory of the Biotechnology Department  
2016vniimz-noo@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3546-9637>

##### Galina Yuryevna Rabinovich

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnologies  
<https://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

##### Elena Aleksandrovna Podolyan

Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher at the Fertility Laboratory of the Biotechnology Department  
<https://orcid.org/0000-0002-2754-0053>

Federal Research Center “V.V. Dokuchaev Soil Institute”,  
7 Pyzhevsky Lane, 2 building, Moscow, 119017, Russia



**РОССИЙСКИЙ  
ФОРУМ ПОЛЕВОДОВ**  
АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

## РОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПОЛЕВОДОВ 2024

### АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

5-6 СЕНТЯБРЯ 2024 г. / ПЯТИГОРСК

**АГРО**БИЗНЕС  
Организатор форума

Российский форум полеводцев — отраслевое мероприятие, посвященное актуальным вопросам выращивания, уборки и реализации пшеницы, подсолнечника, кукурузы, ржи, ячменя, овса, риса, просо, сорго и других культур.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Семена: обработка, подготовка к посеву
- Инновации в защите и питании подсолнечника, кукурузы, пшеницы
- Цифровизация сельского хозяйства
- Обработка почвы: вспашка, культивация, внесение удобрений
- Потенциал и качество семенного материала
- Прибыльная защита полевых культур
- Уборка урожая: механизация, агромониторинг с применением цифровых технологий

#### АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководство агрохолдингов и сельхозпредприятий, выращивающих пшеницу, подсолнечник, кукурузу, рожь, ячмень, овес, рис, просо, сорго и другие культуры, главы крестьянских фермерских хозяйств, семенные компании, производители агрохимии и средств защиты растений, компании, поставляющие оборудование и спецтехнику, представители органов власти, национальных союзов, ассоциаций.

По вопросам выступления и спонсорства:  
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:  
+7 (909) 450-36-10  
+7 (960) 476-53-39

e-mail: [events@agbz.ru](mailto:events@agbz.ru)

Регистрация на сайте:  
[fieldagriforum.ru](http://fieldagriforum.ru)



12+

Реклама, ИП Ковергин В.В., ИНН 23129638982,  
ОГРН ИП 312231220000019

Р.А. Биктимиров

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

✉ biktimirov.rifx@yandex.ru

Поступила в редакцию:  
01.02.2024

Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024

Принята к публикации:  
26.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-74-78

Rifkhat A. Biktimirov

Bashkir Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ biktimirov.rifx@yandex.ru

Received by the editorial office:  
01.02.2024

Accepted in revised:  
12.04.2024

Accepted for publication:  
26.04.2024

# Наследование хозяйственно ценных признаков у гибридов F1 зернового сорго при насыщающих скрещиваниях

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Эффект гетерозиса имеет большое значение в селекции сельскохозяйственных культур. В селекции зернового сорго гетерозис широко используется для увеличения урожайности и расширения адаптивных способностей гибридных растений.

**Методы.** Объектом исследований были 13 наиболее скороспелых комбинаций F1 зернового сорго и их родительских форм. В схему скрещиваний включены 7 материнских (Рось, Зернышко, Славянка, Огонек, Премьера, Меркурий, Орловское) и 6 отцовских (Рось, Зернышко, Славянка, Огонек, Белочка, Меркурий) форм зернового сорго.

Параметры гетерозиса рассчитывали по методике Д.С. Омарова.

**Результаты.** Наибольший эффект истинного гетерозиса по длине метелки выявлен в комбинациях Славянка — Огонек (15,6%), Премьера — Меркурий (15,0%), а наибольшее значение гипотетического гетерозиса установлено в скрещиваниях Огонек — Рось (22,2%), Славянка — Огонек (20,1%) и Премьера — Меркурий (20,3%). Высокая степень фенотипического доминирования выявлена и у комбинаций Славянка — Огонек (5,1) и Премьера — Меркурий (4,4).

Оценка гибридов и родительских форм показывает, что многие из них по урожайности зерна с одного растения превысили своего родителя, таким образом, проявив истинный гетерозис, который варьировал от 6,1% у гибрида Зернышко — Огонек до 49,5% у гибрида Премьера — Рось. Наибольшие значения гипотетического гетерозиса проявились в комбинациях Огонек — Рось и Премьера — Рось (62,8% и 51,7%). В гибридных комбинациях степень доминирования варьировала от 0,6 до 34,0. Сверхдоминирование было отмечено у гибридов Премьера — Рось (34,0) и Огонек — Рось (6,7).

**Ключевые слова:** зерновое сорго, гетерозис, гибрид, признаки, урожайность, сорт

**Для цитирования:** Биктимиров Р.А. Наследование хозяйственно ценных признаков у гибридов F1 зернового сорго при насыщающих скрещиваниях. *Аграрная наука.* 2024; 382(5): 74–78.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-74-78>

© Биктимиров Р.А.

# Inheritance of economically valuable traits in f1 hybrids of grain sorghum during saturating crosses

## ABSTRACT

**Relevance.** The effect of heterosis is of great importance in crop breeding. Heterosis is defined as an increase in the value of the trait of F1 hybrids compared to the average value of both parents. In grain sorghum breeding, heterosis is widely used to increase the yield and expand the adaptive abilities of hybrid plants.

**Methods.** The object of research was 13 of the most precocious F1 combinations of grain sorghum and their parent forms. The crossing scheme includes seven maternal (Ros, Zernishko, Slavyanka, Ogonek, Premiere, Mercury, Orlovskoye) and 6 paternal (Ros, Zernishko, Slavyanka, Ogonek, Belochka, Mercury) forms grain sorghum. The parameters of heterosis were calculated using the method of D.S. Omarov.

**Results.** The greatest effect of true heterosis along the length of the panicle was revealed in the combinations: Slavyanka — Ogonyok (15.6%), Premiere — Mercury (15.0%), and the highest value of hypothetical heterosis was found in the crosses Ogonyok — Ros (22.2%), Slavyanka — Ogonyok (20.1%) and Premiere — Mercury (20.3%). Also, a high degree of phenotypic dominance was found in the combinations Slavyanka — Ogonyok (5.1) and Premiere — Mercury (4.4).

Evaluation of hybrids and parental forms shows that many of them exceeded their parent in terms of grain yield from one plant, thus showing true heterosis, which varied from 6.1% in the Zernishko — Ogonyok hybrid to 49.5% in Premiere — Ros. The highest values of hypothetical heterosis appeared in combinations Ogonyok — Ros and Premiere — Ros — 62.8% and 51.7%. In hybrid combinations, the degree of dominance varied from 0.6 to 34.0. Overdomination was noted for the Premiere — Ros combination (34.0) and the Ogonyok — Ros (6,7).

**Key words:** grain sorghum, heterosis, hybrid, traits, yield, variety

**For citation:** Biktimirov R.A. Inheritance of economically valuable traits in f1 hybrids of grain sorghum during saturating crosses. *Agrarian science.* 2024; 382(5): 74–78 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-74-78>

© Biktimirov R.A.

## Введение/Introduction

Сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) — диплоидная зерновая культура с более высокой эффективностью фотосинтеза (C4). Она имеет  $2n = 20$  хромосом и размер генома 750 Мб [1]. Злак является одной из пяти важнейших зерновых культур, выращиваемых во всем мире<sup>1</sup>, важным источником корма и продовольствия во многих развивающихся странах [2, 3].

Во всем мире засуха является наиболее важным абиотическим стрессом, смягчить последствия которой можно с помощью выведения сортов, адаптированных к новым экологическим условиям и устойчивых к вредителям и болезням [4, 5]. Сорго считается одной из наиболее устойчивых к засухе зерновых культур, обладает генетической изменчивостью, что позволяет создавать новые сорта, адаптированные к различным агроклиматическим условиям [6].

Для селекции сорго на зерновую продуктивность особый интерес представляет создание гетерозисных гибридов [7]. Гетерозис, по мнению авторов, можно расценивать как общий рост «мощности» хозяйственно ценных признаков гибридов первого поколения в сравнении с лучшей родительской формой [8].

Важнейшими преимуществами селекции на гетерозис наряду с повышенной продуктивностью, которая зачастую значительно превосходит лучшую родительскую форму, является возможность объединения в генотипе гибридного растения большого числа ценных признаков [9, 10].

О гетерозисе гибридов сорго по сравнению со средними и лучшими родителями по урожайности зерна сообщали Charman *et al.* [11]. Этот эффект по длине метелки колебался от 39,6 до 48,4% и от 13,1 до 17,9% — по ширине метелки [12]. Hariprasanna *et al.* [13] также наблюдали гетерозис по многим признакам. S.K. Jain и P.R. Patel [14] выявили, что гибриды зернового сорго демонстрировали высокий эффект гетерозиса по урожайности зерна и сухого вещества.

Информация о характере и эффекте воздействия генов на важнейшие хозяйственно ценные признаки и наилучшем подборе родительских пар у сорго зависит от оценки гетерозиса [15, 16]. Знания о эффекте гетерозиса могут помочь лучше охарактеризовать линии и гибриды зернового сорго для дальнейшей селекционной работы с этой культурой.

Цель данных исследований — проведение оценки истинного и гипотетического гетерозиса у гибридов раннеспелых и среднеспелых групп созревания зернового сорго F1 по хозяйственно ценным признакам.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа проводилась в 2021–2023 гг. в селекционном центре по растениеводству Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук в условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан, пгт Чишмы (54°35'N; 55°26' E) в три этапа:

✓ первый (2015–2017 гг.) — изучение 32 сортообразцов зернового сорго коллекции ВИР и выделение скороспелых высокопродуктивных форм для использования в качестве отцовских форм;

✓ второй (2018–2020 гг.) — проведение 3-кратного насыщающего скрещивания;

✓ третий (2021–2023 гг.) — определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования у гибридов F1.

Почва опытного участка — среднесуглинистый типичный чернозем средней мощности. Изучение почвенного покрова было проведено в разные годы Я.Т. Суюндуковой, И.М. Габбасовой, И.О. Чанышевым, А.Н. Хасановым. Среднее содержание гумуса в верхнем пахотном слое колеблется от 7 до 9% (по Тюрину). Реакция почвенного раствора от нейтральной до слабощелочной — 7,1–7,4. Содержание минерального азота — 30–35 мг/кг (по Кьельдалю), обменного калия (по Чирикову) и подвижного фосфора (по Чирикову) — 20,5 мг / 100 г и 10,2 мг / 100 г сухой почвы, содержание кальция (по Айдиняну) — 35 мг-экв / 100 г.

Метеоусловия, по данным Чишминской метеостанции ФГБУ «Башкирское УГМС», за период вегетации в годы исследования были различными. 2021 год был засушливым и жарким (ГТК = 0,65). 2022 год отличался хорошей влагообеспеченностью в первой половине лета, прохладной погодой в начале вегетации, жаркой и засушливой — во второй. Гидротермический коэффициент составил 1,3. В 2023 году вегетация гибридов и родительских форм проходила в условиях высокой равномерной по месяцам влагообеспеченности и теплой погоды (ГТК = 1,7).

Предшественник — яровая пшеница. Посев в зависимости от метеоусловий осуществляли 26–29 мая нормой высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га сеялкой СКС-6-10 (ФНАЦ ВИМ, Россия) с шириной междурядий 45 см. Площадь делянки — 13,5 м<sup>2</sup>, учетная — 8 м<sup>2</sup>. Делянки размещали рендомизированно, повторность — трехкратная.

Объектом исследований были 13 наиболее скороспелых комбинаций F1 зернового сорго и их родительские формы. В схему скрещиваний включены 7 наиболее скороспелых материнских (Рось, Славянка, Премьера (Самарский ФИЦ РАН), Зернышко (ФАНЦ Юго-Востока), Огонек, Меркурий (РосНИИСК «Россорго»), Орловское (АНЦ «Донской») и 6 отцовских (Рось, Зернышко, Славянка, Огонек, Белочка (ФАНЦ Юго-Востока), Меркурий) форм зернового сорго.

Оценки гетерозиса были проведены по следующим признакам: продолжительность периода «всходы — полная спелость», урожайность зерна с одного растения, длина метелки, выход ножки метелки из раструба верхнего листа.

Параметры гетерозиса рассчитывали по методике Д.С. Омарова<sup>2</sup>:

$$G_{\text{истинный}} = [(F1 - P_{\text{лучш}}) / P_{\text{лучш}}] \times 100\%,$$

$$G_{\text{гипотетический}} = [(F1 - P_{\text{ср}}) / P_{\text{ср}}] \times 100\%.$$

Степень доминирования или депрессии гибрида определяли по формуле:

$$Hr = (F1 - P_{\text{ср}}) / (P_{\text{лучш}} - P_{\text{ср}})^2,$$

где: F1 — средний показатель признака у гибридных форм;  $P_{\text{лучш}}$  — средний показатель признака лучшей родительской формы,  $P_{\text{ср}}$  — среднее арифметическое показателя обеих родительских форм.

Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> FAO (2014). Crops Primary Equivalent. Available online at: <http://faostat.fao.org>. (Retrieved 15th March, 2015).

<sup>2</sup> Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений. Сельскохозяйственная биология. 1975; 1: 123–127.

<sup>3</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 356.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Гетерозис по конечному продукту, то есть выходу зерна, проявляется как кумулятивный эффект гетерозиса по компонентным признакам. В настоящем исследовании детальное изучение 13 скрещиваний выявило этот факт, поскольку большинство скрещиваний показали значительный истинный и гипотетический гетерозис по урожайности зерна и его компонентным признакам, то есть длине метелки, выходу ножки метелки из раструба верхнего листа.

Основным фактором, который влияет на распространение, рост, развитие и урожайность зернового сорго в условиях Республики Башкортостан, является тепло, поэтому скороспелость — желательный признак, который помогает выводить ранние сорта. Для оценок были отобраны только те гибриды, у которых наблюдался гетерозис на скороспелость.

Продолжительность периода «всходы — полная спелость» в исследованиях колебалась от 73 до 81 дня у гибридов F<sub>1</sub> и от 79 до 86 дней у родительских форм.

Истинный гетерозис по признаку продолжительности периода «всходы — полная спелость» варьировал от 2,4 до 15,1%, а гипотетический гетерозис — от 1,2 до 11,5%. Степень доминирования колебалась от 0,7 до 4,0, то есть почти все комбинации показывали сверхдоминирование по данному признаку. Наибольшее значение истинного гетерозиса по данному признаку наблюдалось у гибридов Зернышко и Славянка (15,1%), Зернышко и Огонек (11,6%) (рис. 1). Наибольший гипотетический гетерозис установлен в тех же комбинациях, соответственно, 11,5% и 8,9%.

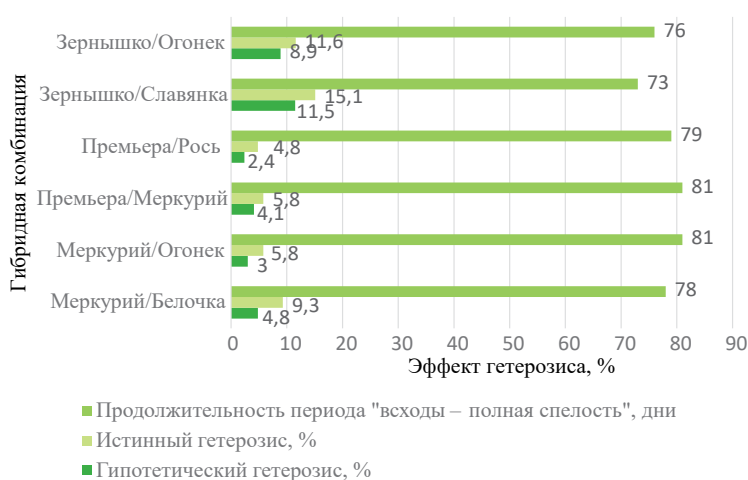
Анализ урожайности зерна с одного растения показал, что изучаемые гибридные комбинации обеспечили достаточно высокий урожай (табл. 1). Диапазон варьирования данного признака у гибридов F<sub>1</sub> составил 13,1–29,7 г, а у родительских форм — от 13,4 до 36,7 г. Оценка гибридов и родительских форм показывает, что многие из них по данному признаку превысили своего родителя, таким образом, проявив истинный гетерозис, который варьировал от 6,1% у гибрида Зернышко и Огонек до 49,5% — Премьера и Рось (табл. 2). Высокий эффект истинного гетерозиса проявили гибриды Огонек и Рось (49,0%), Меркурий и Белочка (24,4%). Наибольшие значения гипотетического гетерозиса проявились в комбинациях Огонек и Рось, Премьера и Рось (62,8% и 51,7%).

В гибридных комбинациях степень доминирования варьировала от 0,6 до 34,0. Сверхдоминирование было отмечено у гибридов Премьера и Рось (34,0) и Огонек и Рось (6,7). Таким образом, эти гибриды показали наибольшее значение гетерозиса — как истинного, так и гипотетического, а также высокую степень доминирования.

Размер метелки имеет существенное влияние на урожайность зерна у сорго зернового. Интервалы варьирования данного признака у гибридов F<sub>1</sub> от 24,4 до 31,4 см, а у родительских форм от 21,9 до 27,5 см.

**Рис. 1.** Эффект гетерозиса по продолжительности периода «всходы — полная спелость» (2021–2023 гг.)

**Fig. 1.** The effect of heterosis on the duration of the period “shoots — full ripeness” (2021–2023)



**Таблица 1.** Характеристика гибридов F<sub>1</sub> и родительских форм по хозяйственно ценным признакам

**Table 1.** Characteristics of F<sub>1</sub> hybrids and parent forms according to economically valuable characteristics

Статистический показатель	Год	Урожайность зерна, г / 1 растение		Длина метелки, см		Выход ножки метелки из раструба верхнего листа, см	
		P <sub>ср</sub> *	F <sub>1</sub> *	P <sub>ср</sub>	F <sub>1</sub>	P <sub>ср</sub>	F <sub>1</sub>
Лимиты (min — max)	2021	13,1–21,0	13,4–29,9	19,6–23,4	20,7–29,7	8,9–13,7	9,8–18,8
	2022	15,2–26,1	16,2–32,3	22,2–28,4	21,2–31,7	12,6–16,8	13,0–23,5
	2023	19,4–29,7	21,2–36,7	23,6–32,1	24,3–34,3	13,9–19,4	14,0–27,5
Средняя и ее ошибка (x̄ ± Sx)	2021	16,90 ± 0,47	20,70 ± 1,02	21,40 ± 0,22	24,90 ± 0,57	11,90 ± 0,20	16,30 ± 0,33
	2022	19,20 ± 0,73	23,50 ± 0,98	25,20 ± 0,30	26,40 ± 0,61	14,70 ± 0,17	18,60 ± 0,37
	2023	25,60 ± 0,65	28,20 ± 0,93	27,70 ± 0,47	31,40 ± 0,40	16,80 ± 0,27	21,70 ± 0,61
Стандартное отклонение S	2021	2,58	5,61	1,33	3,12	1,40	2,44
	2022	4,01	5,40	1,83	3,33	1,20	2,90
	2023	3,57	5,12	2,84	2,59	1,97	4,72
Коэффициент вариации V, %	2021	15,26	27,04	6,24	12,55	11,72	15,01
	2022	20,80	22,94	7,27	12,59	8,18	15,64
	2023	14,04	18,22	10,27	8,28	11,75	21,69

Примечание: \* F<sub>1</sub> — гибриды, P<sub>ср</sub> — родительские формы гибридов.

Наибольшее значение истинного гетерозиса по длине метелки выявлено в скрещиваниях Славянка и Огонек (15,6%), Премьера и Меркурий (15,0%), а максимальный эффект гипотетического гетерозиса отмечен в комбинациях Огонек и Рось (22,2%), Славянка и Огонек (20,1%), Премьера и Меркурий (20,3%). Высокая степень фенотипического доминирования выявлена у комбинаций Славянка и Огонек (5,1), Премьера и Меркурий (4,4).

Важное значение в селекционной работе имеет такой признак зернового сорго, как выход ножки метелки из раструба верхнего листа. Метелки, высоко поднятые над листостебельной массой, при механизированной уборке срезаются гораздо лучше, а зерно при обмолаоте получается чистым от примесей и быстрее сохнет. Данный признак варьировал у гибридов F<sub>1</sub> от 10,2 до 23,7 см, у родительских форм от 10,4 до 17,5 см.

Истинный гетерозис по этому признаку варьировал в гибридных комбинациях от 16,4 до 55,5%. Наибольший эффект истинного гетерозиса выявлен у комбинаций Огонек и Зернышко, Рось и Огонек — 55,5% и 46,4% соответственно. Что касается гипотетического гетерозиса, то он варьировал от 11,3 до 75,1%, наибольшие значения которого отмечены в комбинациях Огонек и Зернышко; Меркурий и Огонек, Меркурий и Белочка — 75,1%, 61,2% и 60,0% соответственно. Степень

Таблица 2. Значения гетерозиса (%) (истинного и гипотетического) у гибридов F1 зернового сорго (в среднем за 2021–2023 гг.)

Table 2. Values of heterocyst (%) (true and hypothetical) in F1 hybrids of grain sorghum (on average for 2021–2023)

Гибридная комбинация	Урожайность зерна с одного растения		Длина метелки, см		Выход ножки метелки из раструба верхнего листа	
	Г <sub>ист.</sub>	Г <sub>гип.</sub>	Г <sub>ист.</sub>	Г <sub>гип.</sub>	Г <sub>ист.</sub>	Г <sub>гип.</sub>
Рось и Славянка	16,5	24,2	2,5	10,1	17,0	23,8
Рось и Огонек	9,0	19,1	-4,7	6,0	46,4	49,3
Зернышко и Огонек	-6,1	12,1	8,2	16,4	33,3	53,3
Зернышко и Славянка	8,1	26,1	8,2	12,2	8,5	28,9
Славянка и Рось	11,5	19,2	-9,0	-2,3	9,7	16,1
Славянка и Огонек	14,8	18,2	15,6	20,1	-7,3	-3,7
Огонек и Рось	49,0	62,8	9,8	22,2	15,6	18,0
Огонек и Зернышко	15,5	38,0	-4,3	2,9	55,5	75,1
Премьера и Рось	49,5	51,7	-6,9	-2,2	23,7	29,4
Премьера и Меркурий	1,3	10,8	15,0	20,3	10,0	33,3
Меркурий и Огонек	3,8	21,3	-8,4	1,6	35,9	61,2
Меркурий и Белочка	24,4	34,9	2,5	9,3	28,0	60,0
Орловское и Славянка	16,3	34,4	2,2	9,1	-16,4	-11,3
Среднее по гибридам	16,4	28,6	2,3	9,6	19,9	33,3

Примечание: Г<sub>ист.</sub> — гетерозис истинный, Г<sub>гип.</sub> — гетерозис гипотетический.

доминирования варьировала среди гибридных комбинации от -2,0 до 24,6. Сверхдоминирование по этому признаку было отмечено у комбинаций Рось и Огонек (24,6), Огонек и Рось (9,0).

Проведен анализ проявления степени доминирования по хозяйственно ценным признакам с целью получения информации о характере наследования хозяйственно ценных признаков (табл. 3).

В итоге выявлено, что положительное доминирование и сверхдоминирование характерны для 7,6% и 92,3% гибридных комбинаций соответственно. Сверхдоминирование при наследовании урожайности зерна с одного растения проявилось у 92,3% гибридов. По длине метелки и выходу ножки метелки из раструба верхнего листа также преобладало наследование по типу сверхдоминирования (61,5% и 84,6% соответственно).

### Выводы/Conclusion

В результате исследований выделены лучшие гибридные комбинации по продолжительности периода «всходы — полная спелость», урожайности зерна с одного растения, длины метелки и выхода ножки метелки из раструба верхнего листа: Рось и Славянка, Зернышко и Огонек, Зернышко и Славянка, Огонек и Рось, Огонек и Зернышко, Премьера и Рось, Меркурий и Белочка.

Выявлено среднее варьирование признака «длина метелки» у родительских форм и гибридов и по признаку

Таблица 3. Проявление доминирования по хозяйственно ценным признакам у гибридов F1 зернового сорго, % (в среднем за 2021–2023 гг.)

Table 3. Manifestation of dominance in economically valuable traits in F1 hybrids of grain sorghum, % (on average for 2021–2023)

Признак	Параметр	H <sub>p</sub> < -1	-1 < H <sub>p</sub> < -0,5	-0,5 < H <sub>p</sub> < +0,5	+0,5 < H <sub>p</sub> < +1	+1 < H <sub>p</sub>
		Урожайность зерна с одного растения	количество генотипов	–	–	–
	%	–	–	–	7,7	92,3
Длина метелки	количество генотипов	–	–	4	1	8
	%	–	–	30,7	7,6	61,5
Выход ножки метелки из раструба верхнего листа	количество генотипов	2	–	–	–	11
	%	15,4	–	–	–	84,6

Примечание: Значения — ∞ < H<sub>p</sub> < -1 соответствуют гибридной депрессии; -1 < H<sub>p</sub> < -0,5 — депрессии, обусловленной эффектами отрицательного доминирования; -0,5 < H<sub>p</sub> < 0,5 — промежуточному наследованию, вызванному аддитивными эффектами генов; 0,5 < H<sub>p</sub> < 1 — доминированию; 1 < H<sub>p</sub> < ∞ — сверхдоминированию (истинный гетерозис).

«выход ножки метелки из раструба верхнего листа» у родительских форм (V = 6,2–12,5%). Более высокие значения коэффициента вариации выявлены по урожайности зерна — 14,0–27,0%.

Гетерозис по продолжительности периода «всходы — полная спелость», урожайности зерна с одного растения и выходу ножки метелки из раструба верхнего листа отмечен почти во всех комбинациях.

Четыре гибридные комбинации по итогам испытаний характеризовались проявлением истинного и гипотетического гетерозиса по всем хозяйственно ценным признакам. Наибольший эффект гетерозиса по признакам продуктивности отмечен у гибридов Рось и Славянка, Огонек и Рось, Меркурий и Белочка, Зернышко и Славянка (2,5–49,0%). Выявлено положительное сверхдоминирование у 61,5–92,3% гибридных комбинаций по хозяйственно ценным признакам.

Анализ степени фенотипического доминирования и гетерозиса показал высокие показатели по урожайности зерна и выходу ножки метелки из раструба верхнего листа у гибридных комбинаций, где в качестве отцовской формы был взят сорт Рось. Наибольший эффект гетерозиса по урожайности зерна наблюдался у гибридов с материнской формой Премьера (49,5%) и Огонек (49,0%). По выходу ножки метелки из раструба верхнего листа наибольший положительный эффект гетерозиса был у комбинаций с материнскими формами Рось, Огонек и Меркурий (15,6–55,5%).

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

Работа выполнена в рамках программы «Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития Селекционно-семеноводческого центра по кормовым культурам УФИЦ РАН» (соглашение № 075-15-2021-549, регистрационный № 121110100009-8).

### FUNDING

The work was carried out within the framework of the program "Implementation of directions corresponding to the program for the creation and development of the Breeding and seed seed production center for forage crops of the UFIC RAS" (agreement No. 075-15-2021-549, registration No. 121110100009-8).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Abreha K.B. *et al.* Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*. 2022; 255: 20. <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>
- He S. *et al.* Combining ability of cytoplasmic male sterility on yield and agronomic traits of sorghum for grain and biomass dual-purpose use. *Industrial Crop & Products*. 2020; 157: 112894. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112894>

### REFERENCES

- Abreha K.B. *et al.* Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*. 2022; 255: 20. <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>
- He S. *et al.* Combining ability of cytoplasmic male sterility on yield and agronomic traits of sorghum for grain and biomass dual-purpose use. *Industrial Crop & Products*. 2020; 157: 112894. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112894>

3. Кибальник О.П., Каменова О.Б., Жук Е.А., Ларина Т.В., Орехова Л.А., Калинин Ю.А. Эффекты гетерозиса у гибридов F1 сорго на основе цитоплазматической мужской стерильности. *Зерновое хозяйство России*. 2020; (2): 49–53. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-68-2-49-53>
4. Вертикова Е.А., Пылнев В.В. Использование гетерозиса в селекции сорговых культур для условий Нижнего Поволжья. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2021; 91: 51–57. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-91-51-57>
5. Биктимиров Р.А., Низаева А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан. *Зерновое хозяйство России*. 2021; (1): 39–43. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43>
6. Биктимиров Р.А., Шакирзянов А.Х., Низаева А.А. Экологическая стабильность и пластичность кормового сорго в Республике Башкортостан. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(8): 46–49. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10810>
7. Кибальник О.П. Использование эффекта гетерозиса в селекции сорго. *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета (НГАУ)*. 2019; (2): 15–24. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-51-2-15-24>
8. Begna T. Combining ability and heterosis in plant improvement. *Open Journal of Plant Science*. 2021; 6(1): 108–117. <https://doi.org/10.17352/ojps.000043>
9. Ковтунова Н.А., Володин А.Б., Ковтунов В.В. Гетерозис в селекции сахарного сорго. *Зерновое хозяйство России*. 2017; (1): 11–17. <https://www.elibrary.ru/yguj0l>
10. Al-Aaref K.A.O., Ahmad M.S.H., Hovny M.R.A., Youns O.A. Combining Ability and Heterosis for some Agronomic Characters in Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*. (L.) moench). *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2016; 5(2): 258–271.
11. Chapman S.C., Cooper M., Butler D.G., Henzell R.G. Genotype by environment interactions affecting grain sorghum. I. Characteristics that confound interpretation of hybrid yield. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2000; 51(2): 197–208. <https://doi.org/10.1071/AR99020>
12. Hemlata S., Vithal S. Heterosis in [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Agricultural Science Digest*. 2006; 26(4): 245–248.
13. Haripranna K., Rajenderkumar P., Patil J.V. Parental selection for high heterosis in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] — Combining ability, heterosis and their inter-relationships. *Crop Research*. 2012; 44(3): 400–408.
14. Jain S.K., Patel P.R. Combining ability and heterosis for grain yield, fodder yield and other agronomic traits in Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2014; 5(2): 152–157.
15. Ingle K.P. et al. Heterosis and Combining Ability for Grain Yield Trait in Rabi Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Using Line x Tester Mating Design. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018; (s6): 1925–1934.
16. Kibalnik O., Kukoleva S., Semin D., Efremova I., Starchak V. Evaluation of the combining ability of CMS lines in crosses with samples of grain sorghum and Sudan grass. *Agronomy Research*. 2021; 19(4): 1781–1790. <https://doi.org/10.15159/AR.21.120>
3. Kibalnik O.P., Kameneva O.B., Zhuk E.A., Larina T.V., Orekhova L.A., Kalinin Yu.A. The effects of heterosis of the sorghum hybrids F1 based on cytoplasmic male sterility. *Grain Economy of Russia*. 2020; (2): 49–53 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-68-2-49-53>
4. Vertikova E.A., Pylnev V.V. The use of heterosis in the breeding of sorghian crops for the conditions of the Lower Volga region. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021; 91: 51–57 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-91-51-57>
5. Biktimirov R.A., Nizaeva A.A. The estimation of environmental stability and adaptability of the grain sorghum varieties in the Republic of Bashkortostan. *Grain Economy of Russia*. 2021; (1): 39–43 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43>
6. Biktimirov R.A., Shakirzyanov A.Kh., Nizaeva A.A. Environmental Stability and Plasticity of Feeding Sorghum in the Republics of Bashkortostan. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2019; 33(8): 46–49 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10810>
7. Kibalnik O.P. The use of the heterosis effect in sorghum breeding. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University (NGAU)*. 2019; (2): 15–24 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-51-2-15-24>
8. Begna T. Combining ability and heterosis in plant improvement. *Open Journal of Plant Science*. 2021; 6(1): 108–117. <https://doi.org/10.17352/ojps.000043>
9. Kovtunova N.A., Volodin A.B., Kovtunov V.V. Heterosis in breeding of sweet sorghum. *Grain Economy of Russia*. 2017; (1): 11–17 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yguj0l>
10. Al-Aaref K.A.O., Ahmad M.S.H., Hovny M.R.A., Youns O.A. Combining Ability and Heterosis for some Agronomic Characters in Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*. (L.) moench). *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2016; 5(2): 258–271.
11. Chapman S.C., Cooper M., Butler D.G., Henzell R.G. Genotype by environment interactions affecting grain sorghum. I. Characteristics that confound interpretation of hybrid yield. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2000; 51(2): 197–208. <https://doi.org/10.1071/AR99020>
12. Hemlata S., Vithal S. Heterosis in [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Agricultural Science Digest*. 2006; 26(4): 245–248.
13. Haripranna K., Rajenderkumar P., Patil J.V. Parental selection for high heterosis in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] — Combining ability, heterosis and their inter-relationships. *Crop Research*. 2012; 44(3): 400–408.
14. Jain S.K., Patel P.R. Combining ability and heterosis for grain yield, fodder yield and other agronomic traits in Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2014; 5(2): 152–157.
15. Ingle K.P. et al. Heterosis and Combining Ability for Grain Yield Trait in Rabi Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Using Line x Tester Mating Design. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018; (s6): 1925–1934.
16. Kibalnik O., Kukoleva S., Semin D., Efremova I., Starchak V. Evaluation of the combining ability of CMS lines in crosses with samples of grain sorghum and Sudan grass. *Agronomy Research*. 2021; 19(4): 1781–1790. <https://doi.org/10.15159/AR.21.120>

## ОБ АВТОРАХ

### Рифхат Анварович Биктимиров

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и семеноводства кормовых культур  
biktimirov.rifx@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7800-9521>

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,  
пр-т. Октября, 71, Уфа, 450054, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Rifkhat Anvarovich Biktimirov

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher Associate, Head of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Forage Crops  
biktimirov.rifx@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7800-9521>

Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,  
71 Oktyabrya Ave., Ufa, 450054, Russia



УДК 633.522+632.934.1

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-79-84

И.И. Плужникова

Н.В. Криушин ✉

И.В. Бакулова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ n.kriushin.pnz@fncl.k.ru

Поступила в редакцию:  
17.01.2024Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024Принята к публикации:  
26.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-79-84

Irina I. Pluzhnikova

Nikolay V. Kriushin ✉

Irina V. Bakulova

Federal Research Center for Fiber Crops, Tver,  
Russia

✉ n.kriushin.pnz@fncl.k.ru

Received by the editorial office:  
17.01.2024Accepted in revised:  
12.04.2024Accepted for publication:  
26.04.2024

# Особенности формирования урожайности растений конопли технического назначения под воздействием приемов защиты против вредных организмов

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Изучение воздействия инсектицидов при нанесении на семена и наземном опрыскивании, фунгицидов и регулятора роста в баковых смесях протравителей является важной составляющей влияющей на продуктивность изучаемой культуры для оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза конопли посевной.

**Методы.** В ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в 2020–2023 гг. проводили полевую эксперимент с коноплей посевной среднерусского экотипа сорта Надежда по следующей схеме трехфакторного опыта: фактор А — обработка семян протравителями, имеющими в своем составе вещества инсектицидного действия «Селест Топ, КС» и «Табу, ВСК», используемые в нормах 3,0 л/т; фактор В — нанесение на семена фунгицидов «Бенорад, СП», «Бункер, ВСК», а также регулятора роста «Альбит, ТПС», применяемых в нормах 2 кг/т, 0,4 и 0,05 л/т соответственно; фактор С — обработка растений инсектицидом «Самурай Супер, КЭ» при норме применения 1,5 л/га.

**Результаты.** Исследуемые пестициды и регулятор роста обеспечивали надежную защиту растений конопли от конопляной блошки и корневых гнилей («Селест Топ» + «Бенорад» или «Бункер»). Препараты от вредителя позволили получить прибавку урожая стеблей (32,8% и 27,8%) и семян (13,4% и 13,4%). При фунгицидном обеззараживании посевного материала сохраненный урожай стеблей составлял 29,9% и 29,2%, семян — 15,7% и 15,1%. Наземное опрыскивание инсектицидом «Самурай Супер», протравливание семян фунгицидами «Бенорад» и «Бункер» в сочетании с препаратом «Селест Топ» обеспечивали увеличение урожайности семян на 0,40 и 0,39 т/га, с препаратом «Табу» — на 0,30 и 0,33 т/га, стеблей — на 2,36 и 1,56 т/га, 1,6 и 1,95 т/га соответственно.

**Ключевые слова:** конопля посевная, пестициды, регулятор роста, урожайность растений, сбор волокна и масла

**Для цитирования:** Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В. Особенности формирования урожайности растений конопли технического назначения под воздействием приемов защиты против вредных организмов. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 79–84.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-79-84>

© Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В.

## Features of the formation of the yield of industrial hemp plants under the influence of methods of protection against harmful organisms

### ABSTRACT

**Relevance.** The study of the effects of insecticides when applied to seeds and ground spraying, fungicides and growth regulator in tank mixtures of mordants is an important component affecting the productivity of the studied crop to optimize the phytosanitary state of the agricultural cenosis of hemp.

**Methods.** In the Federal State Budgetary Institution FNC LC in the conditions of the Penza region in 2020–2023 a field experiment was conducted with hemp of the Central Russian ecotype of the Nadezhda variety according to the following scheme of three-factor experiment: factor A — seed treatment with protectants containing insecticidal substances “Celest Top, KS” and “Tabu, VSK”, used in the norms of 3.0 l/t; factor B — application of fungicides “Benorad, SP”, “Bunker, VSK”, as well as the growth regulator “Albit, TPS”, used in the norms of 2 kg/t, 0.4 and 0.05 l/t, respectively; factor C is the treatment of plants with the insecticide “Samurai Super, CE” at a rate of 1.5 l/ha.

**Results.** The studied pesticides and growth regulator provided reliable protection of cannabis plants from hemp flea and root rot (“Celest Top” + “Benorad” or “Bunker”). Preparations from the pest allowed to obtain an increase in the yield of stems (32.8% and 27.8%) and seeds (13.4% and 13.4%). With fungicidal disinfection of the seed material, the preserved yield of stems was 29.9% and 29.2%, seeds — 15.7% and 15.1%. Ground spraying with the insecticide “Samurai Super”, seed etching with the fungicides “Benorad” and “Bunker” in combination with the drug “Celest Top” provided an increase in seed yield by 0.40 and 0.39 t/ha, with the drug “Tabu” — by 0.30 and 0.33 t/ha, stems — by 2.36 and 1.56 t/ha, 1.6 and 1.95 t/ha, respectively.

**Key words:** seed hemp, pesticides, growth regulator, plant productivity, fiber and oil harvesting

**For citation:** Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V. Features of the formation of the yield of industrial hemp plants under the influence of methods of protection against harmful organisms. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 79–84 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-79-84>

© Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.

## Введение/Introduction

Увеличение ареала выращивания конопли технического назначения в различных климатических зонах России свидетельствует о растущем интересе к культуре среди потребителей. Спрос на конопляные изделия с каждым годом повышается примерно на 30%. Рост эффективности производства конопли посевной возможен с помощью интенсивной технологии, обеспечивающей наиболее благоприятные условия для получения стабильно высоких урожаев, соответствующей современному уровню развития науки и техники [1–4].

При увеличении посевных площадей технической конопли велика вероятность накопления в агроценозе сопутствующих ей вредителей и болезней. На ранних фазах роста — это конопляная блошка и корневые гнили [5, с. 102, 103, 123, 124]. Для фитофага характерно то, что в течение короткого времени при наступлении благоприятных условий он может массово заселить посеvy конопли путем размножения или переселения с краевых участков полей и лесополос. Патогенная микрофлора, вызывающая заболевание корней, распространена повсеместно в почве и способна причинять ущерб разной степени [6].

Сохранить урожай, повысить качество продукции вероятно лишь при грамотном, научно обоснованном подходе к защитным мероприятиям. Оптимизировать фитосанитарное состояние посевов позволяет экологически безопасный технологический прием протравливания семян [7–9].

При обеззараживании семян от болезней следует обращать внимание на фунгициды системного действия, обеспечивающие (по сравнению с контактными препаратами) более продолжительное влияние на патогены, находящиеся как на поверхности, так и внутри семян, а также подавление аэрогенной инфекции на ранних фазах развития растений. Для контроля над вредителями, наносящими урон по всходам культуры, протравливание семян имеет преимущество в плане отсутствия возможности влияния погодных условий на проведение данного мероприятия. При лучшей плотности покрытия, удерживаемости и высоком качестве перераспределения пестицида внутри клетки растения данный способ защиты гарантирует существенную эффективность, дает возможность уменьшить количество опрыскиваний растений по вегетации [10, 11].

Применение полифункционального комбинированного комплекса средств защиты позволяет одновременно противостоять как фитопатогенам, так и вредным насекомым. Важное значение имеет использование препаратов стимулирующего действия. Они улучшают минеральное питание растений и в результате повышают урожайность культуры. Эти препараты минимизируют негативное действие пестицидов на агробиоценоз [12, 13].

В настоящее время существует небольшой список препаратов<sup>1</sup>, разрешенных для применения на конопле посевной, однако эта культура не менее остальных требует внимания при возделывании. Исходя из этого, представляет интерес получение экспериментальных данных по оценке влияния некоторых пестицидов и различных способов их применения на продуктивность растений конопли для совершенствования технологии защиты культуры от вредных объектов в современной системе земледелия. Сведения по оценке

эффективности действия изучаемых препаратов на растения технической конопли могут послужить в дальнейшем основой для их производственной проверки и государственной регистрации.

*Цель исследований* — изучить эффективность применения инсектицидов при нанесении на семена и наземном опрыскивании, фунгицидов и регулятора роста в баковых смесях протравителей для оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза конопли посевной и оценки влияния препаратов на продуктивность культуры.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для разработки лучших приемов защиты от корневых гнилей и конопляной блошки в начале роста изучаемой культуры в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр лубяных культур» (ФГБНУ ФНЦ ЛК) в условиях Пензенской области в 2020–2023 гг. в лабораторном и полевом опытах определяли эффективность применения различных схем пестицидов, предназначенных для обработки посевного материала, а также использование инсектицида по вегетирующим растениям культуры.

Полевой эксперимент проходил по следующей схеме трехфакторного опыта: фактор А — обработка семян протравителями, имеющими в своем составе вещества инсектицидного действия «Селест Топ, КС» и «Табу, ВСК»; фактор В — нанесение на семена фунгицидов «Бенорад, СП», «Бункер, ВСК», а также регулятора роста «Альбит, ТПС»; фактор С — обработка растений инсектицидом «Самурай Супер, КЭ» (табл. 1).

В схему опыта включены два контроля: 1) обработка семян водой, 2) растения без обработки пестицидами. Сравнение данных проводится с контролем для анализируемого фактора и контролем абсолютным (без применения какого-либо препарата).

Нанесение протравителей на семенной материал велось в лабораторных условиях вручную. Расход рабочей жидкости составлял 10 л/т.

Проведение наземных обработок осуществлялось с помощью ранцевого опрыскивателя с учетом расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Таблица 1. Исследуемые протравители семян  
Table. 1. Researched seed protectants

Торговое название, препаративная форма, производитель, страна	Норма расхода, кг/т	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л, кг
«Селест Топ, КС» (концентрат суспензии) ООО «Сингента», Швейцария	3,0	262,5 тиаметоксама + 25 дифенокназола + 25 флудиоксонила
«Табу, ВСК» (водно-суспензионный концентрат) АО «Фирма «Август», Россия	3,0	500 имидаклоприда
«Бенорад, СП» (смачивающийся порошок) АО «Фирма «Август», Россия	2,0	500 беномина
«Бункер, ВСК» (водно-суспензионный концентрат) АО «Фирма «Август», Россия	0,4	60 тебуконазола
«Альбит, ТПС» (текущая паста) ООО «НПФ «Альбит», Россия	0,05	6,2 поли-бета-гидроксимасляной кислоты + 29,8 магния серноокислого + 91,1 калия фосфорнокислого + 91,2 калия азотнокислого + 181,5 карбамида
«Самурай Супер, КЭ» (концентрат эмульсии) ООО «АГРУСХИМ», ООО АНПП «Агрохим XXI»	1,5	500 фенитротриона

<sup>1</sup> Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. Минсельхоз России. Москва. 2023; 60, 61, 65.

Объектом исследования служила конопля посевная среднерусского экотипа сорта Надежда, который является одним из наиболее распространенных сортов этой культуры для возделывания в РФ. Исследовательские работы велись в соответствии с методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов<sup>2</sup>, по регистрационным испытаниям инсектицидов в сельском хозяйстве<sup>3</sup>, по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей<sup>4</sup> и методикой полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований<sup>5</sup>. Содержание сырого жира в семенах определяли по методике А.В. Лебедянцева согласно ГОСТ 10 857<sup>6</sup>. Выход общего волокна определяли с помощью методики Г.И. Сенченко<sup>7</sup>.

Учетная делянка составляла 10 м<sup>2</sup>. Варианты опыта размещались последовательно ярусами в четырехкратной повторности. Испытания велись по чистому пару. Посевные работы проходили 6 мая (2020 г., 2021 г.), 28 апреля (2022 г.) и 4 мая (2023 г.) сеялкой СН-16 с междурядьем 45 см. Норма высева составляла 0,9 млн всхожих семян на 1 га.

Агрохимические свойства почвы опытного участка следующие: тяжелосуглинистый среднемощный выщелоченный чернозем с рН<sub>сол.</sub> — 5,1, содержание гумуса — 5,9% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота — 136,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 172,0 мг/кг почвы, обменного калия — 206,7 мг/кг почвы.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

В годы проведения эксперимента вегетационные периоды конопли посевной различались по гидротермическим показателям. Появление всходов протекало при более благоприятном гидротермическом режиме (ГТК) в 2020 и 2023 гг. (посев-всходы ГТК 1,9 и 1,03). В 2021 и 2022 гг. в данный период ГТК соответствовал условиям слабого увлажнения территории и составлял 0,48 и 0,22.

Наиболее интенсивный рост культуры проходил в межфазный период — от начала бутонизации до массового цветения. Соотношение тепла и влаги в это время было неблагоприятным для развития растений в 2023 г. (ГТК 2,44 — избыточное увлажнение), в 2020 и 2022 гг. (ГТК 0,05 и 0,72 — слабое и недостаточное увлажнение) и благоприятным — в 2021 г. (ГТК 1,09 — оптимальное увлажнение). Развитие растений от цветения до созревания семян проходило при оптимальном увлажнении в 2020 и 2021 гг. (ГТК 1,11), при слабом и недостаточном увлажнении — в 2022 и 2023 гг. (ГТК 0,16 и 0,55).

Межфазный период «всходы — массовое созревание семян» в 2020, 2021 и 2023 гг. также являлся недостаточным увлажненным (ГТК 0,86, 0,97 и 0,85), в 2022 г. — слабоувлажненным (ГТК 0,39). На основании этого следует, что для произрастания культуры в 2022 г. соотношение тепла и влаги было более неблагоприятным по сравнению с другими годами. Погодные условия в период роста растений в 2022 г. отразились на снижении урожайности семян от 8,9 до 31,0%, стеблей — от 22,2 до 34,1% в сравнении с показателями 2020, 2021 и 2023 гг.

Метеоусловия вегетационных периодов проведения эксперимента отложили свой отпечаток на распространность вредных организмов, степень поврежденности

растений и эффективность защитных мероприятий против них.

По результатам эксперимента, выполненного в условиях Среднего Поволжья, появление на посевах конопляной блошки *Psylliodes attenuate* (Koch) фиксировалось в фазу полных всходов во II декаде мая. Массовое заселение вредителем наблюдалось во время формирования у растений конопли первой пары настоящих листьев с численностью, как правило, превышающей экономический порог вредоносности 16–27 жуков/м<sup>2</sup>. Вредоносность конопляной блошки повышалась при жаркой и засушливой погоде на ранних стадиях развития растений. В 2022 году в межфазный период «всходы — три пары листьев» сумма эффективных температур составляла 322 °С, количество осадков 25,6 мм (ГТК 0,80), при этом плотность жука была самой высокой за все годы исследования (27 экз/м<sup>2</sup>), поврежденность листовой пластины доходила до 30–40% в контрольном варианте без обработок. В этих условиях прием обработки семян препаратами «Селест Топ» и «Табу» обеспечивал через 14 дней после появления конопляной блошки на контрольном варианте снижение поврежденности растений на вариантах с применением протравителей на 80,8 и 76,9%. Защитный эффект от опрыскивания растений инсектицидом «Самурай Супер» через 7 дней после обработки составлял 57,1%, через 14 дней — 37,5%. За годы исследований биологическая эффективность протравителей была на уровне 64,1% и 67,4%, а продолжительность защитного действия — до трех пар листьев (рис. 1).

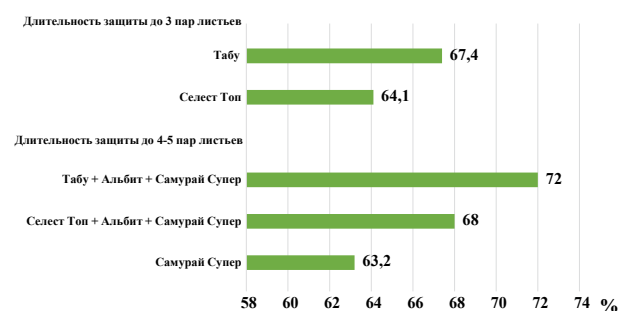
В борьбе с конопляной блошкой эффективность наземного опрыскивания, как показывает практика, не всегда бывает высокой и составляет в среднем 14 дней. В данных исследованиях эффективность обработки по вегетации («Самурай Супер») — 63,2% до четырех-пяти пар листьев.

Сочетание двух способов защиты протравливания посевного материала регулятором роста «Альбит» с препаратами «Табу» и «Селест Топ» на фоне опрыскивания инсектицидом обеспечивало защитный эффект 68,0% и 72,0% до фазы четырех-пяти пар листьев.

Способ протравливания семян позволил сохранить 0,96 т/га и 0,75 т/га (13,6% и 10,6%) урожая стеблей, 0,15 т/га и 0,12 т/га (8,2% и 6,6%) урожая семян (табл. 2).

**Рис. 1.** Биологическая эффективность изучаемых препаратов против конопляной блошки, 2020–2023 гг.

**Fig. 1.** Biological effectiveness of the studied preparations against the hemp flea beetle, 2020–2023



<sup>2</sup> Долженко В.И. и др. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВНИИЗР. 2009; 379.

<sup>3</sup> Долженко В.И. и др. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, феромонов, моллюскоцидов и рентицидов в растениеводстве. М.: Росинформагротех. 2022; 508.

<sup>4</sup> Бедак Г.Р. и др. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М.: ВАСХНИЛ. 1980; 34.

<sup>5</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014; 349.

<sup>6</sup> Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос. 1968; 496.

<sup>7</sup> Сенченко Г.И. и др. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР. ВНИИЛК. М.: ВАСХНИЛ. 1980; 15.

При нанесении инсектицида по вегетирующим растениям сохраненный урожай стеблей и семян к контролю составлял 0,27 т/га и 0,08 т/га (3,6% и 4,3%).

Корреляционная зависимость поврежденности жуками листьев и урожайности семян, стеблей установлена как средняя отрицательная (-0,633 ± 0,17, -0,696 ± 0,16).

Таким образом, результативность протравливания семенного материала была выше по сравнению с наземной обработкой против вредителя. Применение на фоне протравливания препаратами «Альбит» + «Селест Топ» и «Альбит» + «Табу» обработки растений инсектицидом «Самурай Супер» способствовало росту прибавки урожая стеблей на 2,03 т/га и 1,72 т/га (32,8% и 27,8%) по сравнению с контролем без использования защиты.

С целью подавления семенной инфекции и корневых гнилей, возбудителями которых являлись грибы в основном из родов *Alternaria* Nees., *Fusarium* Lk., велась оценка препаратов фунгицидного действия, включенных в баковые смеси протравителей (рис. 2).

При защите от возбудителей болезней конопля полевой эффективность препаратов составляла в среднем: «Селест Топ» — 92,6% и 73,4%; «Бенорад» — 71,4%

и 65,9%; «Бункер» — 72,9% и 69,3%. Композиции смесей данных препаратов обладали следующим защитным эффектом: «Селест Топ» + «Бенорад» — 91,1% и 69,9%; «Селест Топ» + «Бункер» — 88,8% и 77,0%. Сочетание протравителя «Селест Топ», в состав которого входят два компонента фунгицидного действия, с регулятором роста «Альбит» позволило защитить посевы конопля от корневых гнилей на уровне 72,6%.

Подавление корневых гнилей и фитофага с помощью препарата «Селест Топ» двусторонней биологической активности обеспечивало увеличение урожайности стеблей и семян на 13,6% и 8,2% по сравнению с контролем. При нанесении на семена фунгицидных протравителей и регулятора роста прибавка урожая стеблей составляла 0,48 т/га, 0,37 т/га и 0,27 т/га (6,5%, 5,0% и 3,7%), семян — 0,12 т/га, 0,13 т/га и 0,05 т/га (6,5%, 7,1% и 2,7%) соответственно (табл. 2).

Проведенные фитосанитарные мероприятия в агроценозе конопля полевой с помощью испытываемых пестицидов обеспечивали формирование наибольшей прибавки урожая стеблей при комбинации препаратов «Селест Топ» + «Бенорад» + «Самурай Супер» 2,36 т/га (38,1%). При обработке растений инсектицидом и протравливании семян фунгицидами «Бенорад» и «Бункер» в сочетании с препаратом «Селест Топ» сохраненный урожай семян составил 0,40 т/га и 0,39 т/га (23,3% и 22,7%), с препаратом «Табу» — 0,30 т/га и 0,33 т/га (19,2% и 17,4%). Выявленная корреляционная зависимость распространенности корневых гнилей и урожайности семян, стеблей была средней отрицательной (-0,563 ± 0,18, -0,636 ± 0,16).

По результатам анализа полевой всхожести растений влияние инсектицидного препарата «Табу» и комбинированного «Селест Топ» повышало к контролю показатель на 1,3% и 1,2%, действие фунгицида «Бенорад» и регулятора роста — на 1,3% и 3,3% (табл. 3).

Рис. 2. Биологическая эффективность изучаемых препаратов против семенной патогенной микрофлоры (а) и корневых гнилей (б), 2020–2023 гг.

Fig. 2. Biological effectiveness of the studied preparations against seed pathogenic mycoflora (a) and root rot (b), 2020–2023



Таблица 2. Влияние испытываемых препаратов на урожайность растений конопля полевой, 2020–2023 гг.

Table 2. The influence of the tested preparations on the yield of hemp plants, 2020–2023

Варианты опыта			Урожайность, т/га									
факторы			стеблей			семян						
А	В	С	А	В	С	А	В	С				
Контроль	Контроль	1	6,19	7,06	7,06	1,83	1,83	1,83	1,83			
		2	6,72							1,72	1,79	
	«Бенорад»	1	7,36							1,85	1,88	
		2	7,71							1,88	1,87	
	«Бункер»	1	6,84							1,91	1,91	1,91
		2	7,34							1,91	1,91	1,91
«Альбит»	1	7,19	1,75	1,85	1,85							
	2	7,14	1,85	1,85	1,85							
«Селест Топ»	Контроль	1	7,54	8,02	8,02	1,98	1,98	1,98	1,98			
		2	8,21							1,90	1,90	
	«Бенорад»	1	8,04							1,99	1,99	
		2	8,55							2,12	2,12	
	«Бункер»	1	8,0							1,98	1,98	1,98
		2	7,75							2,11	2,11	2,11
«Альбит»	1	7,81	1,90	1,90	1,90							
	2	8,22	1,95	1,95	1,95							
«Табу»	Контроль	1	7,73	7,81	7,81	1,95	1,95	1,95	1,95			
		2	7,69							1,85	1,85	
	«Бенорад»	1	7,51							7,83	1,92	1,92
		2	7,79							7,83	2,02	2,02
	«Бункер»	1	8,25							7,72	1,89	1,89
		2	8,14							7,72	2,05	2,05
«Альбит»	1	7,46	7,62	7,49	1,96							
	2	7,91	7,62	7,76	1,95							
НСР <sub>05</sub>			0,67	0,24	0,27	0,19	0,20	0,07	0,08	0,06		

Примечание: 1 — без опрыскивания, 2 — опрыскивание инсектицидом «Самурай Супер».

Таблица 3. Влияние испытываемых препаратов на полевую всхожесть и сохранность растений конопля полевой, 2020–2023 гг.

Table 3. The influence of the tested preparations on the field germination and safety of hemp plants, 2020–2023

Вариант			Полевая всхожесть, %			Сохранность растений к уборке урожая, %				
Фактор			варианты			варианты				
А	В	С	А	В	С	А	В	С		
Контроль	Контроль	1	66,7	70,9	70,9	83,6	83,6	83,6		
		2	68,7						75,6	75,6
	«Бенорад»	1	69,2						80,8	80,8
		2	69,0						86,6	86,6
	«Бункер»	1	70,9						83,9	83,9
		2	71,4						83,0	83,0
«Альбит»	1	75,0	84,7	84,7						
	2	75,9	85,4	85,4						
«Селест Топ»	Контроль	1	72,9	72,1	72,1	88,2	88,2	88,2		
		2	73,4						88,5	88,5
	«Бенорад»	1	72,7						86,2	86,2
		2	73,3						86,8	86,8
	«Бункер»	1	69,2						88,1	88,1
		2	70,8						89,4	89,4
«Альбит»	1	71,1	87,6	87,6						
	2	73,1	90,4	90,4						
«Табу»	Контроль	1	69,8	72,2	72,2	88,4	88,4	88,4		
		2	70,9						86,3	86,3
	«Бенорад»	1	72,3						88,8	88,8
		2	73,7						92,2	92,2
	«Бункер»	1	73,2						83,6	83,6
		2	70,4						90,7	90,7
«Альбит»	1	72,3	87,0	87,0						
	2	74,7	89,4	89,4						
НСР <sub>05</sub>			3,3	1,2	1,4	NS	4,4	1,6	1,8	1,3

Примечание: 1 — без опрыскивания, 2 — опрыскивание инсектицидом «Самурай Супер»; NS — различия незначительны при p = 0,05.

Рост сохранности растений к уборке урожая обеспечивали инсектициды от 2,3 до 4,8%, фунгициды и «Альбит» — от 1,7 до 3,2%. Значимую роль в сохранности растений играли проводимая защита посевов от блошной и вредителя с помощью протравителей, находящихся в композициях «Селест Топ» + «Альбит», «Табу» + «Бенорад», «Табу» + «Бункер», и опрыскивание посевов препаратом «Самурай Супер». При этом данный параметр увеличивался на 14,8%, 16,6% и 15,1% по сравнению с контролем без применения препаратов.

Определена корреляционная зависимость распространности корневых гнилей, поврежденности блошкой и сохранности растений как средняя отрицательная (-0,565 ± 0,18, -0,622 ± 0,17).

Благодаря комплексной защите растений от вредных организмов испытываемые препараты способствовали росту массы 1000 семян. Использование инсектицида, предназначенного для опрыскивания растений, и двустороннего протравителя «Селест Топ» обеспечивало увеличение к контролю данного значения на 0,9% и 1,0% (рис. 3).

Нанесение на семена композиции препаратов «Селест Топ» + «Альбит» на фоне растений, обработанных инсектицидом, повышало показатель на 3,9% (рис. 3).

Корреляционная зависимость поврежденности листьев жуком и массы 1000 семян фиксировалась как средняя отрицательная (-0,634 ± 0,16).

Накопление масла в семенах к контролю происходило наиболее интенсивно под влиянием инсектицидного протравителя «Табу» и препарата «Селест Топ» двустороннего направления на 0,40% и 0,31%. Фунгицидная защита позволяла повысить масличность на 0,11% и 0,17%. Растения, обработанные инсектицидом в вариантах с протравливанием посевного материала препаратами «Селест Топ» + «Бункер» и «Табу» + «Бенорад», обеспечивали существенное увеличение содержания масла в семенах на 0,86% и 0,84% по сравнению с контрольным вариантом без применения пестицидов.

Использование в системе защиты препаратов инсектицидного действия в качестве протравителей обеспечивало рост к контролю сбора общего волокна на 0,27 т/га и 0,26 т/га (12,7% и 12,2%), по вегетирующим растениям — на 0,12 т/га (5,3%) (табл. 4).

Совместное влияние на комплекс патогенных микроорганизмов и жука конопляной блошки препаратов «Селест Топ» + «Бенорад» или «Бункер», «Табу» + «Бенорад»

Таблица 4. Выход общего волокна и сбор масла в зависимости от воздействия испытываемых препаратов, 2020–2023 гг.

Table. 4. Total fiber yield and oil collection depending on the effects of the tested preparations, 2020–2023

Варианты опыта			Валовый сбор, т/га								
Факторы			волокна			масла					
A	B	C	варианты	A	B	C	варианты	A	B	C	
Контроль	Контроль	1	1,85	2,13				0,51	0,54		
		2	2,01					0,50			
	«Бенорад»	1	2,14					0,53			
		2	2,16					0,55			
	«Бункер»	1	2,14					0,57			
		2	2,35					0,57			
«Селест Топ»	Контроль	1	2,21	2,40				0,52	0,60		
		2	2,16					0,55			
	«Бенорад»	1	2,18					0,55			
		2	2,47					0,55			
	«Бункер»	1	2,27					0,61			
		2	2,56					0,63			
«Табу»	Контроль	1	2,47	2,39	2,22			0,63	0,54		
		2	2,49					0,62			
	«Бенорад»	1	2,38					2,33			0,60
		2	2,49					0,63			
	«Бункер»	1	2,43					2,38			0,61
		2	2,42					0,62			
«Альбит»	1	2,22	2,25	0,60							
	2	2,40	2,37	0,62							
НСР <sub>05</sub>			0,36	0,13	NS	0,1	0,04	0,02	0,02	0,01	
										AB-0,034 ABC-0,04	

Примечание: 1 — без опрыскивания, 2 — опрыскивание инсектицидом «Самурай Супер»; NS — различия несутельны при p = 0,05.

в сочетаниях с препаратом «Самурай Супер» содействовало прибавке урожая волокна к контролю без применения препаратов от 0,64 до 0,71 т/га (от 34,5 до 38,4%). Корреляционная зависимость поврежденности корневыми гнилями, блошкой и сбора общего волокна наблюдалась средняя отрицательная (-0,572 ± 0,17, -0,700 ± 0,15).

Увеличение сбора масла с 1 га к контролю обеспечивалось действием протравителей на 0,06 т (11,1%), фунгицидов — на 0,05 т и 0,06 т (9,3% и 11,1%), регулятора роста — на 0,04 т (7,4%), наземного опрыскивания — на 0,02 т (3,5%).

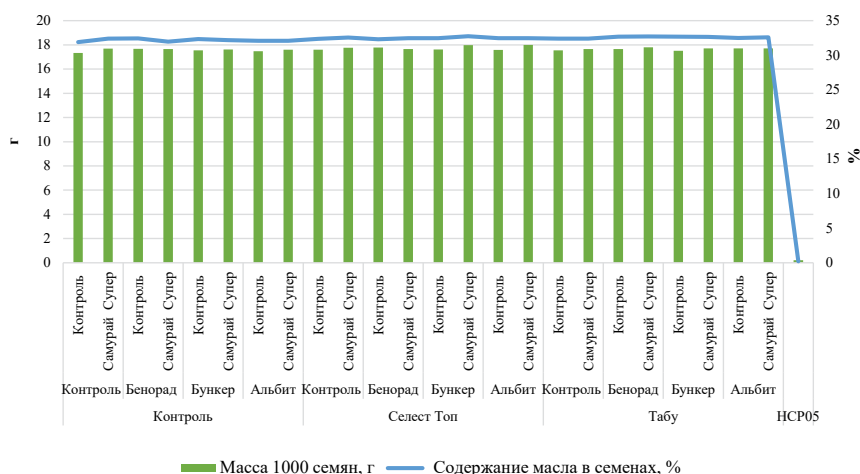
Максимальный сбор масла формировался при выращивании культуры с применением средств защиты «Селест Топ» + «Бенорад» + «Самурай Супер», «Селест Топ» + «Бункер» и «Табу» + «Бенорад» + «Самурай Супер» — 0,63 т/га. При этом прибавка к контролю составляла 0,12 т/га (23,5%). С помощью корреляционного анализа отмечена средняя отрицательная зависимость между наносимым уроном вредными объектами и сбором масла (-0,548 ± 0,18, -0,595 ± 0,17).

**Выводы/Conclusion**

Проводимые приемы борьбы с вредителем и болезнями в ранние фазы роста конопли технического назначения способствовали надежной защите растений от конопляной блошки («Альбит» + «Селест Топ» или «Табу» + «Самурай Супер») и корневых гнилей («Селест Топ» + «Бенорад» или «Бункер»). Исследуемые средства защиты от

Рис. 3. Действие изучаемых препаратов на показатели качества семян конопли посевной, 2020–2023 гг.

Fig. 3. The effect of the studied preparations on the quality indicators of hemp seeds, 2020–2023



вредителя позволили получить прибавку урожая стеблей 32,8% и 27,8%, семян — 13,4% и 13,4%.

При осуществлении фунгицидного обеззараживания посевного материала сохраненный урожай стеблей составлял 29,9% и 29,2%, семян — 15,7% и 15,1%.

Комплексная система защиты растений от вредных организмов посредством наземного опрыскивания

инсектицидом «Самурай Супер», протравливания семян фунгицидом «Бенорад» в сочетании с препаратом «Селест Топ» обеспечивала увеличение урожайности семян и стеблей на 0,40 т/га и 2,36 т/га (23,3% и 38,1%). При этом валовый сбор волокна и масла повышался на 0,71 т/га и 0,12 т/га (38,4% и 23,5%).

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

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» № FGSS-2022-0008.

## FUNDING

The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops No. FGSS-2022-0008.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лаврентьева Е.П., Санина О.К., Белоусов Р.О. Глубокая переработка лубяных волокон — путь к возрождению национальных традиций России. Известия высших учебных заведений. *Технология текстильной промышленности*. 2022; (3): 130–139. <https://elibrary.ru/gllrrj>
2. Новрузова Ю.Э. Особенности пищевой ценности конопляного масла. *Академическая публицистика*. 2021; (4): 163–167. <https://elibrary.ru/ohghnr>
3. Ушаповский В.И., Гончарова А.А., Миневиц И.Э. Влияние переработки на белковый комплекс семян конопли. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022; 84(1): 66–72. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-66-72>
4. Лукомец А.В. Технические культуры в инфраструктуре национальной экономики. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2020; (4): 128–137. <https://elibrary.ru/zuzjdv>
5. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Новые направления селекции и совершенствование технологии семеноводства конопли посевной. *Пенза: РИО ПГАУ*. 2019; 155. <https://elibrary.ru/qaamaz>
6. Заргарян Н.Ю., Кекало А.Ю., Немченко В.В. Комплексное применение препаратов инсектицидного и фунгицидного действия на зерновых культурах. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018; (4): 98–101. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-98-101>
7. Taylor A., Mayton H., Bergstrom G. Hemp Seed Treatments for Damping-off. *Science of Hemp: Production and Pest Management Meeting Proceedings*. 2019; 1(1): 44.
8. Сергунцов А.С., Бубликов П.А. Протравливание семян: способы и их преимущества. Общество, образование, наука в современных парадигмах развития. *Материалы IV Национальной научно-практической конференции*. Керчь: Керченский государственный морской технологический университет. 2023; 118–122. <https://elibrary.ru/sqjeco>
9. Матюхина О.Е., Моргачева С.Г., Мелешко Д.А. Эффективность применения МиГиМа в посевах южной конопли. *Защита растений от вредных организмов. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. 2021; 231–233. <https://elibrary.ru/nfshfu>
10. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрозhevская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов. *Агрохимия*. 2020; (9): 32–47. <https://doi.org/10.31857/S0002188120090070>
11. Лысов А.К., Наумова Н.И. Совершенствование технологий защиты растений от насекомых-фитофагов в современных системах земледелия. *Труды русского энтомологического общества*. 2022; 93: 120–131. [https://doi.org/10.47640/1605-7678\\_2022\\_93\\_120](https://doi.org/10.47640/1605-7678_2022_93_120)
12. Моисеев С.А., Рябкин Е.А., Каргин В.И., Камалихин В.Е. Влияние разных комбинаций протравителей на качество посевов ярового ячменя. *Тенденции развития науки и образования*. 2021; 79(2): 149–151. <https://doi.org/10.18411/trnio-11-2021-86>
13. Trukhachev V.I., Dmitrevskaya I.I., Belopukhov S.L., Zharkikh O.A. Quality control of industrial hemp seed products, varietal responsiveness of hemp seeds to bioregulator action. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2021; 19(5): 921–928. <https://doi.org/10.22124/cjes.2021.5267>

## REFERENCES

1. Lavrentieva E.P., Sanina O.K., Belousov R.O. The deep processing of bast fibers as the way to the revival of the national traditions of Russia. *Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology*. 2022; (3): 130–139 (in Russian). <https://elibrary.ru/gllrrj>
2. Novruzova Yu.E. Features of the nutritional value of hemp oil. *Akademicheskaya publitsistika*. 2021; (4): 163–167 (in Russian). <https://elibrary.ru/ohghnr>
3. Uschapovsky V.I., Goncharova A.A., Minevich I.E. The impact of processing on hemp seeds protein complex. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022; 84(1): 66–72 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-66-72>
4. Lukomets A.V. Technical cultures in the infrastructure of the national economy. *Fundamental and applied research studies of the economics cooperative sector*. 2020; (4): 128–137 (in Russian). <https://elibrary.ru/zuzjdv>
5. Serkov V.A., Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. New directions in selection and improvement of hemp seed production technology. *Penza State Agrarian University*. 2019; 155 (in Russian). <https://elibrary.ru/qaamaz>
6. Zargaryan N.Yu., Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Complex application of insecticidal and fungicidal chemicals on grain cultures. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018; (4): 98–101 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-98-101>
7. Taylor A., Mayton H., Bergstrom G. Hemp Seed Treatments for Damping-off. *Science of Hemp: Production and Pest Management Meeting Proceedings*. 2019; 1(1): 44.
8. Serguntsov A.S., Bublikov P.A. Seed dressing: methods and their advantages. *Society, Education, Science in Modern Development Paradigms. Proceedings of the IV National scientific and practical conference*. Kerch: Kerch State Maritime Technological University. 2023; 118–122 (in Russian). <https://elibrary.ru/sqjeco>
9. Matyukhina O.E., Morgacheva S.G., Meleshko D.A. The effectiveness of using MiGiM in southern hemp crops. *Protection of plants from harmful organisms. Proceedings of the X International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Agrarian University*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2021; 231–233 (in Russian). <https://elibrary.ru/nfshfu>
10. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Kungurtseva O.V., Ishkova T.I., Zdrozhevskaya S.D. Development of research on the formation of modern assortment of fungicides. *Agrokhimiya*. 2020; (9): 32–47 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188120090070>
11. Lysov A.K., Naumova N.I. Improving of the plant protection technologies against phytophagous insects in the modern farming systems. *Proceedings of the Russian Entomological Society*. 2022; 93: 120–131 (in Russian). [https://doi.org/10.47640/1605-7678\\_2022\\_93\\_120](https://doi.org/10.47640/1605-7678_2022_93_120)
12. Moiseev S.A., Ryabkin E.A., Kargin V.I., Kamalikhin V.E. The influence of different combinations of disinfectants on the quality of spring barley crops. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2021; 79(2): 149–151 (in Russian). <https://doi.org/10.18411/trnio-11-2021-86>
13. Trukhachev V.I., Dmitrevskaya I.I., Belopukhov S.L., Zharkikh O.A. Quality control of industrial hemp seed products, varietal responsiveness of hemp seeds to bioregulator action. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2021; 19(5): 921–928. <https://doi.org/10.22124/cjes.2021.5267>

## ОБ АВТОРАХ

### Ирина Ивановна Плужникова

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-9161-4803>

### Николай Викторович Криушин

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник n.kriushin.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-6597-2543>

### Ирина Владимировна Бакулова

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник i.bakulova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-8504-1001>

Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Рос

## ABOUT THE AUTHORS

### Irina Ivanovna Pluzhnikova

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-9161-4803>

### Nikolai Viktorovich Kriushin

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher n.kriushin.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0002-6597-2543>

### Irina Vladimirovna Bakulova

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher i.bakulova.pnz@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-8504-1001>

Federal Research Center for Fiber Crops, 17/56 Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russia

УДК 633.28:574.24

## Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-85-90

О.В. Балун

Е.П. Шкодина ✉

Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Борки, Новгородская обл., Россия

✉ kriempereo@mail.ru

Поступила в редакцию:  
02.02.2024

Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024

Принята к публикации:  
26.04.2024

## Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-85-90

Olga V. Balun

Elena P. Shkodina ✉

Novgorod Research Institute of Agriculture — branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Boriki, Novgorod Region, Russia

✉ kovalevteam@mail.ru

Received by the editorial office:  
02.02.2024

Accepted in revised:  
12.04.2024

Accepted for publication:  
26.04.2024

# Влияние агрометеорологических факторов на продолжительность вегетации и урожайность зеленой массы суданской травы линия Землячка

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В современных реалиях нужны надежные источники дешевых и качественных кормов. Большое влияние на урожайность культур оказывают меняющиеся погодные условия. В работе проведен анализ влияния метеоусловий региона на интродуцент — суданскую траву линия Землячка.

**Результаты.** В результате проведенных исследований установлена средняя длительность межфазных периодов у суданской травы линия Землячка, найдены корреляционные связи продолжительности межфазных периодов от суммы активных температур, количества осадков и ГТК. Установлено, что на начальном этапе для развития Землячке жизненно необходимы высокие суммы активных температур, а наличие или отсутствие осадков в этот период на продолжительность фаз не оказывает существенного влияния. Низкие среднесуточные температуры приводят к увеличению длительности межфазных периодов, а также к увеличению суммы активных температур периодов. Увеличение количества осадков на среднем этапе онтогенеза приводит к его удлинению. Установлена тесная корреляционная зависимость урожайности зеленой массы от суммы активных температур в периоды «посев — всходы» ( $r = 0,8$ ) и «всходы — выход в трубку» ( $r = 0,77$ ), а также от длительности периода «всходы — вход в трубку» ( $r = 0,93$ ). Средняя урожайность зеленой массы за годы исследований составила 46,2 т/га, суданская трава Землячка является хорошим источником кормов. Жизненный цикл в условиях региона у культуры остается, как правило, незавершенным, семена необходимо приобретать у производителей из южных регионов.

**Ключевые слова:** урожайность, зеленая масса, межфазные периоды, метеоусловия, теплообеспеченность, влагообеспеченность, гидротермический коэффициент

**Для цитирования:** Балун О.В., Шкодина Е.П. Влияние агрометеорологических факторов на продолжительность вегетации и урожайность зеленой массы суданской травы линия Землячка. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 85–90.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-85-90>

© Балун О.В., Шкодина Е.П.

# The influence of agrometeorological factors on the duration of vegetation and the yield of the green mass of the Sudanese grass Zemlyachka line

## ABSTRACT

**Relevance.** In modern realities, reliable sources of cheap and high-quality feed are needed. Changing weather conditions have a great impact on crop yields. The paper analyzes the influence of the weather conditions of the region on the introduced Sudanese grass of the Zemlyachka line.

**Results.** As a result of the studies, the average duration of interphase periods in the Sudanese grass Zemlyachka line was established, correlations of the duration of interphase periods on the sum of active temperatures, precipitation and hydrothermal coefficient are found. It has been established that at the initial stage, high amounts of active temperatures are vital for the development of the Sudanese grass of the Zemlyachka, and the presence or absence of precipitation during this period does not significantly affect the duration of the phases. Low average daily temperatures lead to an increase in the duration of interphase periods, as well as to an increase in the sum of the active temperatures of the periods. An increase in precipitation at the middle stage of ontogenesis leads to its elongation. A close correlation has been established between the yield of green mass and the sum of active temperatures during the periods "sowing — shoots" ( $r = 0.8$ ) and "shoots — exit into the tube" ( $r = 0.77$ ), as well as on the duration of the period "shoots — entry into the tube" ( $r = 0.93$ ). The average yield of green mass over the years of research was 46.2 t/ha, the Sudanese grass Zemlyachka is a good source of feed. The life cycle of a culture in the conditions of the region remains, as a rule, unfinished, seeds must be purchased from producers from the southern regions.

**Key words:** productivity, green mass, interphase periods, meteorological conditions, provision of plants with heat, provision of plants with moisture, hydrothermal coefficient

**For citation:** Balun O.V., Shkodina E.P. The influence of agrometeorological factors on the duration of vegetation and the yield of the green mass of the Sudanese grass Zemlyachka line. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 85–90 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-85-90>

© Balun O.V., Shkodina E.P.

## Введение/Introduction

Новгородская область расположена на северо-западе Русской равнины. Область относится к зоне избыточного увлажнения с преобладанием летних осадков над зимними. Почвы новгородской почвы отличаются большим разнообразием, среди них преобладают дерновые, дерново-подзолистые и все стадии подзолистых почв.

Сельскохозяйственное производство находится в тесной взаимосвязи со многими природными факторами, из которых наиболее изменчивыми и активными являются метеорологические. Несмотря на повышение культуры земледелия (химизации, агротехники, мелиорации), зависимость отрасли растениеводства от погодных условий всё еще велика, что определяет колебание урожая растений от года к году [1, 2].

Научное прогнозирование закономерностей формирования урожая культурных растений невозможно без количественной оценки метеорологических факторов, главными из которых являются тепло и влага.

Проведенные в различных климатических условиях исследования показали тесную взаимосвязь погодных условий и урожайности сельскохозяйственных культур. Так, ученые выяснили, что влияние длительности межфазных периодов на урожайность ярового ячменя несущественно, а сумма эффективных температур является лимитирующим фактором [3]. В Тувинском НИИСХ была выявлена сильная зависимость урожайности ярового ячменя от климатических условий, таких как ГТК и температурный режим [4]. В Чувашской Республике установлено, что для формирования высоких урожаев ячменя необходимо достаточное увлажнение с ГТК выше единицы [5]. В Омской области в поливидовых посевах на урожайность и качество зеленой массы оказали влияние факторы среднесуточной температуры и влажности воздуха [6].

В настоящее время климат Земли претерпевает различные изменения, связанные в основном с увеличением теплообеспеченности [7]. Значительные изменения климатических факторов отмечаются и в Новгородской области.

Климатические нормы, рассчитанные Новгородским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (далее — Центр)<sup>1</sup>, менялись каждые 30 лет. За последние 60 лет климатические нормы по 30-летним периодам (с шагом 10 лет) за 1960–2020 гг. показали, что годовое количество осадков уверенно увеличивается ( $r = 0,96$ ) на 22 мм за каждое десятилетие

при одновременном росте за тот же период среднегодовой температуры на 0,5 °С (табл. 1).

За вегетационный период (со среднесуточными температурами выше 10 °С) рост количества осадков составил около 3 мм за десятилетие, при этом сумма температур вегетационного периода увеличилась на 50 °С, что привело к снижению влагообеспеченности территории за 60-летний период: ГТК уменьшился на 0,07 ед.

Изменение климатических условий на территории Новгородской области благоприятствует внедрению в сельскохозяйственное производство южных растений, более требовательных к теплу и устойчивых к засухе.

Сельхозтоваропроизводители области всё чаще сталкиваются с проблемой отсутствия зеленой массы для подкормки и заготовки кормов во второй половине лета, после проведения первого укоса на основных источниках зеленых кормов — многолетних травах. Как правило, в этот период используют посеvy вико-овсяных и горохо-овсяных смесей, однолетних трав различного срока сева, однако часто они не обеспечивают нужного количества и качества массы из-за неблагоприятных для них условий вегетации [8]. Альтернативой горохо-овсяным смесям могут являться сорговые культуры — культуры многофункционального использования, обладающие высоким потенциалом урожайности, устойчивые к засухе, к вредителям и болезням [9, 10]. Для юго-западной части Центрального региона на основании многолетних исследований предлагается заменить до 50% традиционных однолетних травосмесей и до 25% посевов кукурузы суданской травой и сорго-суданковыми гибридами [11].

Сорговые культуры (род *Sorghum*), согласно классификатору СЭВ, по характеру использования в производстве относят к четырем группам: сорго зерновое, сорго веничное, сорго сахарное и сорго травянистое. В свою очередь, каждая группа включает несколько видов или подвидов<sup>2</sup>.

Одним из представителей этой группы является суданская трава Землячка (линия). Линия Землячка является единственным представителем суданской травы, включенным в Госреестр и допущенным к выращиванию в Северо-Западном регионе<sup>3</sup>. Оригинаторами (Северо-Кавказский ФНАЦ, г. Ставрополь, Россия) заявлены следующие характеристики культуры в условиях Северо-Кавказского региона: высота растений при созревании семян 250–280 см, кустистость средняя (от 3 до 5 стеблей), облиственность высокая, листья крупные (длинной до 65 см, шириной до 4,5 см), поникающие, зеленой окраски. Продолжительность периода от всходов до первого укоса 55–60 дней, от первого до второго укоса

Таблица 1. Климатические нормы по данным наблюдений Северо-Западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Table 1. Climatic norms according to observations of the North-West Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring

Период	Год			Вегетационный период	
	Осадки, мм	Температура, °С	ГТК	Осадки, мм	Сумма температур, °С
1961–1990	551	4,2	1,41	303	2150
1971–2000	555	4,8	1,38	301	2181
1981–2010	584	5,3	1,39	312	2243
1991–2020	614	5,8	1,34	309	2297
Уравнение связи / коэффициент детерминации	$Y = 21,8x + 522 / r^2 = 0,92$	$Y = 0,53x + 3,7 / r^2 = 0,99$	$Y = -0,02x + 1,43 / r^2 = 0,75$	$Y = 2,9x + 299 / r^2 = 0,53$	$Y = 50,24x + 2093 / r^2 = 0,98$

<sup>1</sup> Агроклиматический бюллетень по Новгородской области. Новгородское гидрометеорологическое бюро. Новгород. 1961–2004. [https://gr5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Великом\\_Новгороде\\_\(2005–2020\)](https://gr5.ru/Архив_погоды_в_Великом_Новгороде_(2005–2020)).

<sup>2</sup> Е.С. Якушевский. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. Л.: ВИР. 1982; 34.

<sup>3</sup> Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию ФГБУ «Госсорткомиссия». Т. 1. Сорты растений. Режим доступа: <https://gossortrf.ru/gosreestr/>



45–50 дней. Растения обладают повышенной интенсивностью начального роста и отрастания растений после скашивания, устойчивы к полеганию. За два укоса формируют в среднем 45–50 т/га зеленой массы. Выход сена составляет 9–11 т/га. Урожай семян до 2 т/га.

Несмотря на то что линия Землячка имеет допуск в регионе, до сих пор исследований по выращиванию и особенностям адаптации этой южной культуры на Северо-Западе Нечерноземной зоны не проводилось.

*Цель исследования* — выявить закономерности роста и развития растений суданской травы линия Землячка, формирования урожайности зеленой массы в природно-климатических условиях Новгородской области.

### Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования адаптивных способностей суданской травы линия Землячка проводились на опытном поле Новгородского НИИСХ — филиала СПб ФИЦ РАН в 2016–2022 гг.

Почвы участка — дерново-подзолистые, легко-суглинистые, среднекультуренные, pH — 5,1–6,6, гумус — 2,81–3,57%, подвижный калий ( $K_2O$ ) — 10,1–22,9 мг / 100 г почвы, фосфор ( $P_2O_5$ ) — 12,0–73,7 мг / 100 г. Посев проводился во второй половине мая — после окончания весенних заморозков и при наступлении оптимальных температур. Урожайность зеленой массы определяли в фазу выхода в трубку.

Решение задачи определения зависимости длительности вегетационного периода, фаз развития и продуктивности суданской травы линия Землячка от метеоусловий осуществлялось с помощью программных продуктов Microsoft Excel (США).

Погодные условия за годы исследования отличались большим разнообразием (табл. 2).

Таблица 2. Метеорологические условия периода наблюдений<sup>4</sup>  
Table 2. Meteorological conditions of the observation period

Год	Метеопараметр				
	Годовая сумма осадков, мм	Средне-годовая температура, °С	Сумма осадков за период $t > 10$ °С	Сумма температур более 10 °С	ГТК
2016	416	6,4	416	2408	1,73
2017	885	5,8	481	1813	2,65
2018	543	6,1	274	2001	1,37
2019	821	6,8	392	2232	1,76
2020	587	7,7	253	2305	1,10
2021	817	5,8	404	2092	1,93
2022	525	6,2	232	2379	0,98
<b>Среднее</b>	<b>656</b>	<b>6,4</b>	<b>364</b>	<b>2332</b>	<b>1,49</b>
<b>Норма</b>	<b>605</b>	<b>5,7</b>	<b>308</b>	<b>2356</b>	<b>1,31</b>

Таблица 3. Наступление фаз развития суданской травы Землячка и урожайность зеленой массы за 2016–2022 годы  
Table 3. The onset of the phases of development of the Sudanese grass Zemlyachka and the yield of green mass for 2016–2022

Год	Фаза развития							Дата осеннего заморозка	Урожайность зеленой массы, т/га
	дата посева	всходы	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение	созревание		
2016	30 мая	15 июня	1 июля	11 июля	24 августа	20 сентября	– (образование)	12 октября	58,9
2017	22 мая	07 июня	4 июля	28 июля	04 сентября	21 сентября	– (образование)	21 октября	17,5
2018	22 мая	5 июля	10 июля	18 июля	17 августа	28 августа	–	25 сентября	88,8
2019	15 мая	06 июня	24 июня	05 июля	19 августа	11 сентября	–	18 сентября	51,9
2020	25 мая	8 июня	28 июня	27 июля	11 августа	15 сентября	22 сентября	21 октября	41,2
2021	25 мая	9 июня	7 июля	15 июля	12 августа	7 сентября	–	17 сентября	46,6
2022	18 мая	6 июня	5 июля	25 июля	19 августа	29 августа	–	5 сентября	18,4

<sup>4</sup> [https://rpb.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Великом\\_Новгороде](https://rpb.ru/Архив_погоды_в_Великом_Новгороде)

<sup>5</sup> Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; под ред. П.П. Вавилова. 5-е изд. (перераб. и доп.). М.: Агропромиздат. 1986; 512: илл. (учебник и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

За период наблюдений сумма активных температур (выше 10 °С) составила 1813–2408 °С, количество осадков за тот же период изменялось от 232 до 481 мм. В течение исследовательского семилетнего периода 2020 и 2022 годы были сухие, 2018 год характеризовался оптимальным увлажнением, остальные — избыточным.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Суданская трава Землячка — теплолюбивая культура, для завершения полного цикла развития необходимая сумма активных температур составляет 2200–3000 °С, погибает при первых заморозках<sup>5</sup>. В годы исследований в условиях Новгородской области из-за нехватки тепла и наступления ранних заморозков жизненный цикл растений оставался, как правило, незавершенным (табл. 3). Суданская трава Землячка к заморозкам цвела, в 2016–2017 годах начала формировать семена и только в 2020 году при благоприятных погодных условиях успела сформировать семена.

На длительность межфазных периодов суданской травы и ее урожайность большое влияние оказывают метеорологические условия вегетационного периода. Характер взаимосвязей урожайности и метеорологических факторов у сорговых культур выясняли в более южных регионах страны. Ученые Брянской ГСХА проводили многолетние исследования в условиях Центрального района Нечерноземной зоны с интродуцированными сорговыми культурами. Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов выявил отрицательную связь у суданской травы между продолжительностью вегетации и средней температурой воздуха [12]. В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»» изучали зависимость урожайности травянистого сорго от метеоусловий в Ростовской области. При анализе данных результатов исследований нашли тесную корреляционную зависимость урожайности зеленой массы с количеством осадков ( $r = 0,79$ ) и средней отрицательную — со средней температурой воздуха за вегетацию ( $r = -0,59$ ) [13].

В данных исследованиях длительность межфазного периода от посева до всходов составила от 14 дней в 2020 г. до 44 дней в 2018-м (в среднем 20 дней). Длительность межфазного периода «посев — всходы» очень тесно ( $r = 0,99$ ) коррелирует с суммой температур, при этом почти не зависит от количества выпавших осадков, что может указывать на использование имеющейся в почве влаги на момент сева (табл. 4).

**Таблица 4. Зависимость длительности межфазных периодов суданской травы линия Землячка (сут.) от метеоусловий**  
**Table 4. Dependence of the duration of interphase periods of Sudanese grass of line Zemlyachka (days) on weather conditions**

Фаза	Метеопараметр		
	сумма осадков, мм	сумма температур, °С	ГТК
Посев — всходы	$y = 0,25x + 11,1$ $R^2 = 0,13$	$y = 0,06x + 2,9$ $R^2 = 0,98$	$y = -6,62x + 31,0$ $R^2 = 0,24$
Всходы — кущение	$y = 0,2x + 11,1$ $R^2 = 0,13$	$y = 0,04x + 4,7$ $R^2 = 0,70$	$y = -7,26x + 30,4$ $R^2 = 0,28$
Кущение — выход в трубку	$y = 0,09x + 10,0$ $R^2 = 0,40$	$y = 0,03x + 19,6$ $R^2 = 0,29$	$y = 1,31x + 13,1$ $R^2 = 0,07$
Выход в трубку — выметывание	$y = 0,17x + 14,6$ $R^2 = 0,87$	$y = 0,01x + 27,4$ $R^2 = 0,02$	$y = 4,21x + 21,4$ $R^2 = 0,70$
Выметывание — цветение	$y = 0,05x + 18,3$ $R^2 = 0,11$	$y = 0,07x - 2,0$ $R^2 = 0,95$	$y = 0,34x + 20,7$ $R^2 = 0,01$
Посев — кущение	$y = -0,06x + 46,0$ $R^2 = 0,04$	$y = 0,03x + 19,6$ $R^2 = 0,29$	$y = -4,33x + 46,7$ $R^2 = 0,12$
Посев — выход в трубку	$y = 0,04x + 50,3$ $R^2 = 0,11$	$y = 0,04x + 15,8$ $R^2 = 0,64$	$y = -0,08x + 57,0$ $R^2 = 0,01$
Посев — выметывание	$y = 0,06x + 73,4$ $R^2 = 0,46$	$y = 0,003x + 83,0$ $R^2 = 0,01$	$y = 3,86x + 80,6$ $R^2 = 0,19$
Посев — цветение	$y = 0,046x + 95,3$ $R^2 = 0,46$	$y = -0,004x + 115,9$ $R^2 = 0,02$	$y = 6,2x + 97,8$ $R^2 = 0,42$
Всходы — выход в трубку	$y = 0,10x + 21,6$ $R^2 = 0,27$	$y = 0,05x + 3,7$ $R^2 = 0,86$	$y = 1,75x + 33,2$ $R^2 = 0,01$
Всходы — выметывание	$y = 0,10x + 45,7$ $R^2 = 0,55$	$y = 0,02x + 43,1$ $R^2 = 0,15$	$y = 5,37x + 56,6$ $R^2 = 0,20$
Всходы — цветение	$y = 0,09x + 65,5$ $R^2 = 0,34$	$y = 0,03x + 47,1$ $R^2 = 0,25$	$y = 8,06x + 73,2$ $R^2 = 0,17$

Длительность межфазного периода «всходы — кущение» составляет в среднем 41 день и имеет тесную прямую корреляционную зависимость от суммы температур. На длительность межфазного периода «кущение — выход в трубку» большее влияние оказывает количество осадков, хотя теснота связи здесь квалифицируется как средняя с коэффициентом корреляции  $r = 0,63$ .

Очень тесная зависимость продолжительности периода «выход в трубку — выметывание» наблюдается с осадками и с гидротермическим коэффициентом (ГТК): с увеличением количества осадков за этот период от 15 до 151 мм и увеличением ГТК от 0,61 до 6,16 единиц длина этого периода увеличивается почти в три раза — с 15 до 44 суток.

Длительность следующего периода «выметывание — цветение» составила за годы наблюдений от 10 до 35 суток и зависела в основном от теплообеспеченности: увеличение суммы температур на 20° привело к удлинению данного периода почти на сутки. Удлинение межфазного периода с увеличением суммы температур происходит из-за низких среднесуточных температур в этот период. Расчеты показали отрицательный тренд между среднесуточными температурами и суммой температур за межфазный период: чем ниже среднесуточные температуры, тем большая сумма температур требуется растению для наступления следующей фазы развития.

Длительность наступления фаз развития, отсчитанная от посева суданской травы Землячка, имеет различную степень тесноты связи с метеопараметрами. Наиболее тесная зависимость наблюдалась между длительностью периода «посев — выход в трубку» и суммой температур ( $r = 0,8$ ): увеличение суммы температур за этот период на 25° приводило к увеличению данного периода на сутки.

Тесная зависимость длительности периода от всходов до выхода в трубку наблюдалась

с суммой температур (при увеличении суммы температур на 20° продолжительность периода увеличивается на сутки), а длительность периода от всходов до выметывания — с суммой осадков: увеличение осадков на 10 мм приводит к увеличению длительности периода на сутки.

В природно-климатических условиях Новгородской области из-за недостаточной теплообеспеченности безморозного периода стабильно получать семена суданской травы Землячка невозможно. Поэтому основной задачей исследований было получение зеленой массы. Укос проводили в фазу выхода в трубку перед выметыванием, которая наступала в среднем через 67 дней после всходов. За годы наблюдений урожайность суданской травы Землячка в этот период в среднем составила 46,2 т/га, диапазон изменения колебался от 17,5 т/га в 2017 году до 88,8 т/га в 2018-м.

Разница в метеорологических условиях вегетационных периодов по годам имеет различную степень влияния на урожайность суданской травы Землячка. Наиболее сильное влияние на уровень урожайности оказала сумма температур в межфазный период «посев — всходы» (табл. 5).

Сумма температур и сумма осадков межфазного периода «всходы — кущение» оказали среднее, но достаточно близкое к высокому ( $r = 0,69$ ) отрицательное влияние на урожайность: при увеличении за этот период суммы осадков на 10 мм или суммы температур на 100 °С урожайность суданской травы уменьшалась в среднем на 9 т/га.

В следующий межфазный период «кущение — выход в трубку» теснота связи этих же метеоусловий с урожайностью растений несколько снизилась ( $r = 0,65$ ) при сохранении прежней тенденции отрицательного влияния увеличения осадков и суммы температур на урожайность сельскохозяйственной культуры. Корреляционной зависимости между погодными условиями межфазного периода «выход в трубку — выметывание» и урожайностью зеленой массы не наблюдалось.

За период от посева до выхода в трубку наиболее тесная зависимость урожайности от метеоусловий получена для суммы осадков ( $r = 0,59$ ): при увеличении количества осадков на 10 мм урожайность суданской травы Землячка уменьшается примерно на 2 т/га.

**Таблица 5. Зависимость урожайности суданской травы Землячка (т/га) от метеопараметров и длительности фазы развития**

**Table 5. Dependence of the yield of Sudanese grass Zemlyachka (t/ha) on meteorological parameters and the duration of the development phase**

Фаза	Метеопараметр			Длительность периода, сутки
	сумма осадков, мм	сумма температур, °С	ГТК	
Посев — всходы	$y = 0,52x + 26,0$ $R^2 = 0,11$	$y = 0,12x + 13,0$ $R^2 = 0,64$	$y = -12,97x + 66,3$ $R^2 = 0,17$	$y = 1,68x + 11,4$ $R^2 = 0,53$
Всходы — кущение	$y = -0,95x + 90,3$ $R^2 = 0,48$	$y = -0,09x + 82,7$ $R^2 = 0,48$	$y = 16,07x + 23,9$ $R^2 = 0,17$	$y = -2,60x + 98,9$ $R^2 = 0,83$
Кущение — выход в трубку	$y = -0,2x + 63,0$ $R^2 = 0,42$	$y = -0,11x + 77,1$ $R^2 = 0,42$	$y = -5,47x + 57,8$ $R^2 = 0,15$	$y = -1,85x + 75,5$ $R^2 = 0,44$
Выход в трубку — выметывание	$y = 0,10x + 36,4$ $R^2 = 0,05$	$y = 0,03x + 31,0$ $R^2 = 0,05$	$y = 2,27x + 41,1$ $R^2 = 0,03$	$y = 0,35x + 35,3$ $R^2 = 0,02$
Посев — кущение	$y = -0,37x + 77,3$ $R^2 = 0,11$	$y = 0,01x + 36,9$ $R^2 = 0,01$	$y = -12,41x + 62,6$ $R^2 = 0,08$	$y = -0,07x + 49,1$ $R^2 = 0,01$
Посев — выход в трубку	$y = -0,19x + 73,9$ $R^2 = 0,35$	$y = -0,06x + 99,7$ $R^2 = 0,19$	$y = -10,60x + 63,2$ $R^2 = 0,16$	$y = -1,40x + 125,5$ $R^2 = 0,34$
Посев — выметывание	$y = -0,08x + 65,0$ $R^2 = 0,11$	$y = -0,02x + 74,6$ $R^2 = 0,04$	$y = -3,49x + 52,5$ $R^2 = 0,02$	$y = -1,39x + 168,1$ $R^2 = 0,26$
Всходы — выход в трубку	$y = -0,24x + 72,1$ $R^2 = 0,49$	$y = -0,07x + 91,7$ $R^2 = 0,60$	$y = -7,08x + 58,2$ $R^2 = 0,08$	$y = -1,57x + 102,9$ $R^2 = 0,87$
Всходы — выметывание	$y = -0,10x + 66,8$ $R^2 = 0,16$	$y = -0,07x + 123,5$ $R^2 = 0,50$	$y = -0,72x + 47,6$ $R^2 = 0,01$	$y = -1,61x + 154,1$ $R^2 = 0,81$

Сильная зависимость урожайности от суммы температур получена в периоды «всходы — выход в трубку» и «всходы — выметывание»: в обоих случаях при увеличении суммы температур на 100 °С урожайность зеленой массы уменьшается на 7 т/га. Отмечена тесная зависимость урожайности с длиной периода от всходов до наступления этих фаз ( $r > 0,9$ ): при увеличении периодов на 10 суток урожайность зеленой массы суданской травы Землячка уменьшается на 16 т/га.

Влияние длительности межфазных периодов на урожайность суданской травы линия Землячка имеет сильную корреляционную зависимость между урожайностью и длительностью межфазных периодов, наблюдающихся в начале роста растений: в период «посев — всходы» — положительную с  $r = 0,73$ , «всходы — кущение» — отрицательную с  $r = 0,91$ .

### Выводы/Conclusion

Выявлены закономерности роста и развития растений суданской травы линия Землячка, формирования урожайности зеленой массы в природно-климатических условиях Новгородской области.

Установлено, что:

суданская трава линия Землячка при выращивании на северо-западе Нечерноземья проявляет высокие адаптивные свойства и продуктивный потенциал, имеет высокие перспективы в качестве кормовой культуры на зеленый корм, сено, сенаж, силос; семеноводство невозможно;

длительность межфазных периодов имеет существенную положительную зависимость от погодных условий: от суммы температур — в начальные периоды от посева до кущения и в период «выметывание — цветение» с коэффициентом корреляции  $r = 0,84-0,99$ ; от количества осадков — в середине вегетации в период от кущения до выметывания с коэффициентом корреляции  $r = 0,63-0,93$ ;

отмечена существенная положительная корреляционная зависимость урожайности зеленой массы с суммой температур и длительностью межфазного периода «посев — всходы»;

урожайность зеленой массы суданской травы Землячка имеет тесную зависимость с теплообеспеченностью и длительностью периодов «всходы — выход в трубку» и «всходы — выметывание».

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

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и образования, государственное задание ФГ БНУ «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», тема FFZF-2022-0010, рег. № НИОКР 122041100104-6.

### FUNDING

The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Education of the Russian Federation; state assignment of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, topic FFZF-2022-0010, reg. No. NIOKR 122041100104-6.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухамадьяров Ф.Ф., Пермякова Е.А. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022; 17(1): 27–31. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-27-31>
2. Минина Н.Н. Характеристика устойчивости сельскохозяйственных культур. *Знания молодых: наука, практика и инновации. Сборник научных трудов XX Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых*. Киров: Вятский ГАТУ. 2021; 192–195. <https://elibrary.ru/yplkjr>
3. Васьюк Н.И., Наумов А.Г., Солонечный П.Н., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд А.В. Зависимость продолжительности межфазных периодов и урожайности ярового ячменя от погодных условий. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; (4): 77–81. <https://elibrary.ru/ylypydg>
4. Ламажал Р.Р., Липшин А.Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва. *Вестник КрасГАУ*. 2016; (12): 13–19. <https://elibrary.ru/xshjcf>
5. Елисеев И.П., Димитриев В.Л., Ложкин А.Г. Производство ячменя, погодные условия в статистике за последние 10 лет и прогноз урожайности. *Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. Материалы II Международной научно-практической конференции*. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. 2023; 57–60. <https://elibrary.ru/bovgri>
6. Банкрутенко А.В. Влияние агроклиматических ресурсов на урожайность и продуктивность поливидовых посевов в подтайге Западной Сибири. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2023; (1): 6–12. <https://elibrary.ru/ztcldd>
7. Zandalinas S.I., Fritschi F.B., Mittler R. Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster. *Trends in Plant Science*. 2021; 26(6): 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>
8. Тиво П.Ф., Саскевич Л.А., Бут Е.А. О конвейерном производстве кормов на мелиорированных минеральных почвах в условиях зерноотравно-пропашного севооборота. *Мелиорация*. 2019; (2): 47–58. <https://elibrary.ru/szfrwd>
9. Shkodina E.P., Balun O.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. Ecological variety trial of annual forage crops in the Novgorod region. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2022; 12(2): 337–344. <https://doi.org/10.31407/ijeec12.204>

### REFERENCES

1. Mukhamadyarov F.F., Permyakova E.A. Variability of grain yields and leguminous crops in Kirov region. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2022; 17(1): 27–31 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-27-31>
2. Minina N.N. Characteristics of the stability of agricultural crops. *Young people's knowledge: science, practice and innovation. Collection of scientific papers of the XX International scientific and practical conference of graduate students and young scientists*. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University. 2021; 192–195 (in Russian). <https://elibrary.ru/yplkjr>
3. Vasko N.I., Naumov A.G., Solonechny P.N., Vazhenina O.E., Solonechnaya O.V., Zimoglyad A.V. The dependence of the duration of interphase periods and the yield of spring barley on weather conditions. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2017; (4): 77–81 (in Russian). <https://elibrary.ru/ylypydg>
4. Lamazhap R.R., Lipshin A.G. Influence of climatic conditions on the yield of summer barley in the Republic of Tyva. *Bulletin of KrasGAU*. 2016; (12): 13–19 (in Russian). <https://elibrary.ru/xshjcf>
5. Eliseev I.P., Dimitriev V.L., Lozhkin A.G. Barley production, weather conditions in statistics for the last ten years and yield forecast. *Promising technologies and innovations in agriculture in the context of digitalization. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference*. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University. 2023; 57–60 (in Russian). <https://elibrary.ru/bovgri>
6. Bankrutenko A.V. The influence of agro-climatic resources on the yield capacity and productivity of poly-species crops in the subtaiga of Western Siberia. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2023; (1): 6–12 (in Russian). <https://elibrary.ru/ztcldd>
7. Zandalinas S.I., Fritschi F.B., Mittler R. Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster. *Trends in Plant Science*. 2021; 26(6): 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>
8. Tivo P.Ph., Saskevich L.A., But E.A. On the conveyor production of feed on the reclaimed mineral soils in terms of grain and grass-growing crop rotation. *Land Reclamation*. 2019; (2): 47–58 (in Russian). <https://elibrary.ru/szfrwd>
9. Shkodina E.P., Balun O.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. Ecological variety trial of annual forage crops in the Novgorod region. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2022; 12(2): 337–344. <https://doi.org/10.31407/ijeec12.204>

10. Шукис Е.Р., Володин А.Б., Шукис С.К., Дробышев А.П. Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020; (5): 69–77. <https://elibrary.ru/qyadtj>

11. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Технологические и экономические аспекты внедрения сорго травянистого в Брянской области. *Зерновое хозяйство России*. 2013; (4): 15–19. <https://elibrary.ru/rcxxtj>

12. Дьяченко В.В. Суданская трава в полевом кормопроизводстве Нечерноземья. Брянск: *Издательство Брянской ГСХА*. 2009; 224. ISBN 5-88517-155-6 <https://elibrary.ru/tvlbph>

13. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Ермолина Г.М. Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(3): 334–342. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342>

10. Shukis Ye.R., Volodin A.B., Shukis S.K., Drobyshev A.P. The realization of the productive potential of sorghum crop candidate varieties of different ripening duration under the conditions of the Altai region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2020; (5): 69–77 (in Russian). <https://elibrary.ru/qyadtj>

11. Diachenko V.V., Diachenko O.V. Technological and economic aspects of *graminaceous sorghum* introduction in Bryansk region. *Grain Economy of Russia*. 2013; (4): 15–19 (in Russian). <https://elibrary.ru/rcxxtj>

12. Dyachenko V.V. Sudanskaya grass in the field forage production of the Non-Chernozem region. Bryansk: *Bryansk State Agricultural Academy*. 2009; 224 (in Russian). ISBN 5-88517-155-6 <https://elibrary.ru/tvlbph>

13. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Ermolina G.M. Sudan grass productivity depending on meteorological conditions. *Agricultural science Euro-North-East*. 2022; 23(3): 334–342 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342>

**ОБ АВТОРАХ**

**Ольга Васильевна Балун**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
bov0001@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8476-0792>

**Елена Петровна Шкодина**

старший научный сотрудник  
kriempereoal@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>

Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Санкт-Петербургского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. Парковая, 2, дер. Борки, Новгородская обл., 173516, Россия

**ABOUT THE AUTHORS**

**Olga Vasilyevna Balun**

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
bov0001@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8476-0792>

**Elena Petrovna Shkodina**

Senior Researcher  
kriempereoal@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>

Novgorod Research Institute of Agriculture — branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2 Parkovaya Str., village Borki, Novgorod Region, 173516, Russia



ufi  
Approved  
Event



**АГРОРУСЬ  
PRO 2024**

**28-30 АВГУСТА 2024**

**33-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА**



**КОНГРЕССНАЯ  
ПРОГРАММА**

**ЭКСПОЗИЦИИ  
РЕГИОНОВ РОССИИ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
ЭКСПОЗИЦИИ**

**ЦЕНТР  
ДЕЛОВЫХ  
КОНТАКТОВ**

**ОТРАСЛЕВОЙ  
КОНКУРС  
«ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ»**



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ  
НА НАШ  
TELEGRAM-КАНАЛ  
@AGRORUS1



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

AGRORUS.EXPOFORUM.RU  
ТЕЛ.: +7 (812) 240-40-40, ДОБ. 2980, 2427, 2434



**6+**

УДК632.7: 633.88

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-91-96

Н.И. Ковалев ✉

О.М. Савченко

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия

✉ kovalevteam@mail.ru

Поступила в редакцию:  
17.01.2024

Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024

Принята к публикации:  
26.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-91-96

Nikita I. Kovalev ✉

Olga M. Savchenko

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia

✉ kovalevteam@mail.ru

Received by the editorial office:  
17.01.2024

Accepted in revised:  
12.04.2024

Accepted for publication:  
26.04.2024

# Фитомониторинг видового состава вредителей и болезней лекарственных растений Ботанического сада ВИЛАР

## РЕЗЮМЕ

Лекарственные растения являются особой группой растений, которая требует экологически безопасного подхода к их защите от вредных организмов. Биотический фактор в значительной степени влияет на продуктивность лекарственных растений и качество получаемого от них лекарственного сырья. Ботанический сад ВИЛАР является уникальной научно-производственной площадкой, основная его задача — сохранение редких видов лекарственных растений, а также интродукция новых видов. Однако при выращивании растений в биокolleкциях на одном месте в течение ряда лет складываются благоприятные условия для размножения вредителей и распространения болезней. Необходимым условием поддержания оптимального фитосанитарного состояния как коллекций, так и опытных посевов лекарственных растений является постоянный мониторинг видового состава вредителей и возбудителей болезней. Результаты мониторинга дают возможность контролировать и прогнозировать состояние опытных посевов и биокolleкции. В то же время целенаправленное систематическое изучение вредителей и болезней растений в Ботаническом саду ВИЛАР за последние годы не проводилось. Проведенные в 2022–2023 годах исследования на 63 видах лекарственных растений позволили уточнить видовой состав вредителей, включающий 26 видов фитофагов и 9 видов патогенных грибов. В 2022–2023 годах фитосанитарное состояние регионов Ботанического сада и посевов опытного поля было удовлетворительным, утраты видов или культур из коллекции в связи с сильным поражением болезнями или повреждением вредителями не наблюдалось. Наибольшую распространенность среди вредителей имели представители семейства листоедов (*Chrysomelidae*) и настоящих тлей (*Aphididae*), из болезней — мучнисторосяные и ржавчинные.

**Ключевые слова:** лекарственные растения, ботанические сады, фитопатология, фитофаги, микозы, болезни растений, биокolleкции

**Для цитирования:** Ковалев Н.И., Савченко О.М. Фитомониторинг видового состава вредителей и болезней лекарственных растений Ботанического сада ВИЛАР. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 91–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-91-96>

© Ковалев Н.И., Савченко О.М.

# Phytoprotection of medicinal plants: pests and diseases in the VILAR botanical garden

## ABSTRACT

Medicinal plants represent a separate group of plants that requires an environmentally safety approach to their protection from harmful organisms. The biotic factor significantly affects on the productivity of medicinal plants and the quality of medicinal raw materials obtained from them.

The VILAR Botanical Garden is a unique scientific and crop production site, its main task is the conservation of rare species of medicinal plants, as well as the development agrotechnologies for species recently taken from nature, or another regions and countries. However, when we growing plants in biocollections on one place for a number of years, there is quite favorable conditions for the reproduction of pests and the spread of diseases. The monitoring results make it possible to monitor and predict the condition of crops on experimental plots and in biocollections. At the same time, a purposeful systematic study of plant pests and diseases in the VILAR Botanical Garden has not been carried out in recent years. Our studies was conducted in 2022–2023 years on 63 species of medicinal plants and allowed to clarify the species composition of pests, including 26 species of phytophages and 9 species of pathogenic fungi. The phytosanitary condition of the regions of the Botanical Garden and the crops on the experimental field was satisfactory, there was no loss of species or crops from the collection due to severe disease or pest damage. Representatives of the family of leaf beetles (*Chrysomelidae*) and true aphids (*Aphididae*) had the greatest prevalence among pests, among the diseases — powdery and rusty.

**Key words:** medicinal plants, botanical gardens, phytopathology, phytophages, mycoses, plant diseases, biocollections

**For citation:** Kovalev N.I., Savchenko O.M. Phytoprotection of medicinal plants: pests and diseases in the VILAR botanical garden. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 91–96 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-91-96>

© Kovalev N.I., Savchenko O.M.

## Введение/Introduction

В экспозициях Ботанического сада ВИЛАР (г. Москва, Россия) сохраняются и изучаются виды, применяемые в научной и народной медицине России и других стран, традиционной медицине (тибетской, арабской, индийской), а также редкие и исчезающие виды, занесенные в региональные Красные книги. В основу строительства Ботанического сада положен ботанико-географический принцип с разделением на участки с представителями флоры определенных территорий. Биокolleкции лекарственных растений в открытом грунте располагаются в шести ботанико-географических регионах Ботанического сада: европейской части России и Западной Европы, Сибири, Средней Азии, Крыма и Кавказа, Дальнего Востока, а также Фармакопейном участке.

Генофонд коллекций регионов открытого грунта Ботанического сада включает более 1300 видов лекарственных и ароматических растений из 94 семейств, в том числе 256 видов древесно-кустарниковых пород, 950 видов травянистых многолетников, 95 видов одно- и двулетников. Большая часть из них проходит все фенологические фазы, образуя полноценные вызревшие семена. Кроме того, на опытном поле, расположенном по соседству с Ботаническим садом, в лекарственном севообороте лаборатории агробиологии размещаются посевы и питомники более 50 различных видов, на которых ведется научная работа по интродукции, агротехнике, селекции и семеноводству лекарственных растений. В последние годы в культуру вводятся все новые лекарственные растения с различным фармакологическим действием. Благодаря положительным результатам, полученным от интродукционной деятельности ВИЛАР, в том числе на базе Ботанического сада и опытного поля, а также проведенным в последнее время опытным, полупроизводственным и производственным посевам в разных регионах страны было показано, что существуют предпосылки для эффективной культуры многих лекарственных растений, используемых в европейской и восточной медицине [1–3].

Важным моментом, определяющим возможность успешного культивирования любого вида или сорта, является его устойчивость к воздействию не только погодных условий, но и к биотическому фактору — вредителям и болезням. Связано это с тем, что при сосредоточении растений в полевых условиях или при их выращивании в биокolleкциях на одном месте в течение ряда лет складываются благоприятные условия для размножения вредителей и распространения болезней.

Фитосанитарный мониторинг в сочетании с диагностикой и прогнозом развития и распространения вредных для растений организмов является базой научно-информационного обеспечения защиты растений. В некоторых странах Европы (Дания, Германия, Франция, Швейцария) уже начали функционировать доступные онлайн-системы прогнозирования вредителей и болезней основных сельскохозяйственных культур, дают еженедельные региональные рекомендации по защите растений, позволяющие производителям более полно оценивать риски и оперативно принимать решения [4, 5].

Ботанические сады служат уникальным местом для многолетнего изучения фенологии и биологии вредителей и болезней растений, установления взаимосвязи различных организмов между собой благодаря исключительному биоразнообразию их коллекций [6, 7]. В то же время целенаправленное изучение вредителей и болезней растений на всех регионах Ботанического сада ВИЛАР за последние годы не проводилось.

*Цель исследований* — изучение видового состава фитофагов и фитопатогенов на лекарственных растениях биокolleкции Ботанического сада и опытного поля ВИЛАР.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для выявления видового состава, а также встречаемости фитофагов на растениях проводились систематические учеты на стационарных площадках или осмотр в ходе маршрутных обследований всех растений в течение вегетационного периода (апрель — сентябрь) на опытном поле и в Ботаническом саду.

Учет вредителей проводили визуально, осматривалась надземная часть 20–40 растений (при наличии в коллекции меньшего числа растений — на всех имеющихся). Оценка степени повреждения фитофагами дана по 4-балльной шкале, где 1 — слабая степень (поражены или повреждены до 25% побегов), 2 — средняя (26–50%), 3 — сильная (51–75%), 4 — очень сильная (76–100%). За шиповниковой пестрокрылкой наблюдали с помощью развешиваемых на кустах шиповника желтых клеевых ловушек с солями уксуснокислого аммония.

Распространенность и степень развития болезней определяли по балльной шкале:

0 баллов — растение не поражено;

1 балл — слабое поражение (1–10% площади органа или растения);

2 балла — среднее поражение (10,1–25,0%), отсутствуют сильно пораженные органы;

3 балла — поражение сильное (25,1–50,0%);

4 балла — очень сильное (более 50%)<sup>1</sup>.

Учеты фенологии растений проводили по методике И.Н. Бейдеман<sup>2</sup>, определение поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями шиповника — по методике В.Д. Стрельца<sup>3</sup>. Опытные данные обрабатывали по Б.А. Доспехову с использованием программного обеспечения MS Excel (США)<sup>4</sup>.

Метеоусловия 2022–2023 годов в целом были благоприятны для развития большинства лекарственных культур, однако погодные условия различались по годам<sup>5</sup>. Две первые декады мая 2022 года характеризовались небольшим дефицитом влаги и пониженной на 1,3–2,0 °С относительно среднеегоголетней нормы температурой воздуха. В мае, июне и июле 2023 года температура воздуха была ниже среднегодовой на 0,5–1,2 °С, в то время как количество выпавших осадков не отклонялось от среднемесячной нормы или почти в два раза превышало ее. В 2022 году с III декады июля и до конца августа установилась жаркая и сухая погода, в то время как весь июль и до конца августа в 2023 году преобладала умеренно теплая и относительно влажная

<sup>1</sup> Серая Л.Г., Ларина Г.Е., Жуков Ф.Ф. и др. Методические материалы. Комплекс действий по уходу за декоративными, садовыми и лекарственными растениями. ФГБНУ ВНИИФ, Большие Вяземы. 2018; 28.

<sup>2</sup> Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений в растительных сообществах. Методические указания. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1974; 154.

<sup>3</sup> Стрелец В.Д. Проведение исследований на культуре шиповника (Rosa L.): методические указания. М.: РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2011; 55.

<sup>4</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 351.

<sup>5</sup> Погода и климат. Климатический мониторинг. Москва: сайт. — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 25.12.2023).

погода с большими перепадами между дневными и ночными температурами, что привело к выпадению обильных рос. Такие условия способствовали распространению грибных заболеваний.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Фитомониторинг, проведенный в 2022–2023 гг. на территории Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР и опытном поле лаборатории агробиологии, показал, что в течение вегетационного периода ряд лекарственных культур в различной степени повреждался вредителями, также были отмечены и заболевания.

В течение периода наблюдений с самого начала вегетации в учетный период на плантациях многолетних лекарственных культур отмечались блошки из семейства листоедов. В период появления всходов и отрастания растений на переходящих участках жуки выгрызают мелкие отверстия в листьях и повреждают точку роста. Ранней весной при массовом размножении и в засушливых условиях блошки наносят существенный вред растениям некоторых лекарственных культур [8]. В конце мая — начале июня на таких представителях семейства яснотковых, как зюзник европейский, шалфей лекарственный и мята перечная, обнаруживались блошки *Longitarsus* sp. На коллекционном питомнике мяты распространение вредителя было сплошным, численность достигала 2–4 шт./растение, степень повреждения растений была слабой. На зюзнике европейском и шалфее лекарственном отмечен губоцветный желтый прыгун (*Longitarsus lycopi Foudras*), распространение вредителя было сплошным, плотность колебалась в пределах 2–5 шт./м<sup>2</sup>, степень повреждения была слабой. Указанные насекомые до настоящего времени существенного вреда шалфею лекарственному не причиняли.

На побегах мяты длиннолистной второго и третьего года вегетации отмечались повреждения мятным листоедом (*Chrysolina menthastri* Suffr.) — 2–3 балла. Кровохлебка лекарственная первого года вегетации поражалась блошками (*Altica Geoffroy*), отдельные краевые растения — в значительной степени, до 3–4 баллов. Необходимо отметить, что вспышка повреждаемости произошла после теплой и достаточно снежной зимы 2022–2023 гг., что положительно сказалось на перезимовке вредителя, а погодные условия весенних месяцев (выше нормы на 2,0–2,8 °С, сумма выпавших осадков — 58–80% от среднемесячной) наилучшим образом способствовали воспроизводству насекомых I генерации [9].

Зверобой продырявленный повреждался листовертками (*Archips podana* Scop.). Степень поражения местами достигала 20% листовой поверхности (2 балла). Основная масса вредителей наблюдалась в верхней трети растения, пострадавшие экземпляры отставали в росте, имели меньшую биомассу.

Наиболее опасные повреждения земляные блошки (*Altica oleracea* L.) наносили рассаде кровохлебки лекарственной, листья отдельных растений в краевых рядах были значительно скелетированы. Листья иван-чая (белоцветковой формы) в июне в слабой степени также повреждали земляные блошки.

На Фармакопейном участке в июне на алтее лекарственном и армянском отмечались листоеды — представители подсемейства земляных блошек *Podagrica menetriesi* (L.), жуки выгрызали отверстия в листьях. Листоеды вредили и растениям щавеля конского, и мачка желтого. В конце июля блошки в сильной степени повреждали растения коровяка густоцветкового. Кроме того, на растениях алтея был зарегистрирован длинноносый семяед (*Apion longirostre* Ol.). Крестоцветная блошка повреждала различные виды горчиц (белую, сарептскую и черную).

Помимо жуков-листоедов, на значительном количестве видов лекарственных растений наибольшей частотой встречаемости обладали представители надсемейства тли (рис. 1).

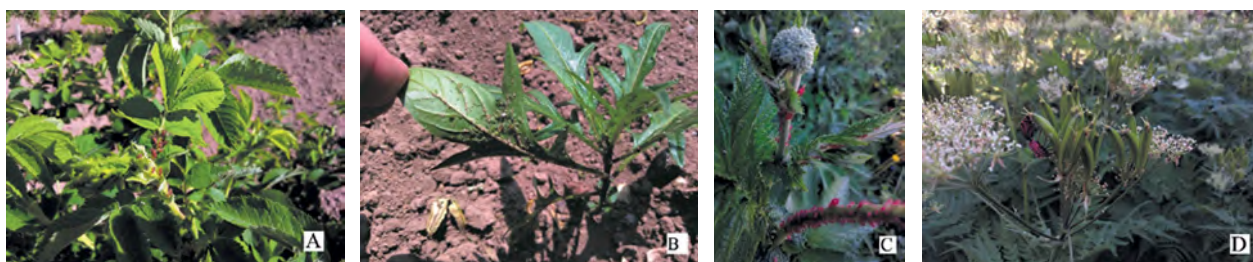
Тли — многочисленная и вредоносная группа насекомых, которые питаются соком флоэмы и таким образом ослабляют рост и развитие растений. Кроме того, они являются переносчиками опасных вирусных заболеваний. Различные представители надсемейства тлей отмечались, как правило, при вступлении растений в фазы бутонизации и цветения.

В вегетационном периоде 2023 года распространение тлей носило особо массовый характер. Среди тлей встречались *Aphis fabae* Scop., *Aphis evonomi* F., *Aphis craccivora* Koch., *Aphis affinis* Geurc., *Aphis gossypii* Glov., *Brachycaudus cardui* L., *Brachycaudus aconite* Mordv., *Brachycaudu helichrysi* Kalt., *Myzodes persicae* Sulz., *Macrosiphum euphorbiae* Thom. и др. Мониторинг посевов и посадок показал, что в течение всего июня и до конца июля на опытном поле наибольшее распространение тли имели на серпухе венценосной, валериане лекарственной, серпухе пятилисточковой, датиске коноплевой, а также гибридах шиповника II года вегетации (при этом на плантациях шиповника X г. в. отмечалась минимальная заселенность тлей, что может свидетельствовать об их большей устойчивости).

На Фармакопейном участке колонии тлей отмечены на марене красильной, датиске коноплевой, тысячелистнике обыкновенном, мачке желтой, щавеле конском, полыни горькой, горечавке желтой, валериане лекарственной, пастернаке посевном, паслене дольчатом, овсе посевном, астрагале серполистом, васильке синем, расторопше пятнистой, кендыре коноплевидном, борце клубучковом, калине обыкновенной, солодке голой, амми большой, а также аралии высокой и континентальной (следует отметить, что при этом

**Рис. 1.** Вредители различных лекарственных культур: А — представители надсемейства тли (*Aphidoidea*) на гибриде шиповника, В — *Aphidoidea* на паслене дольчатом, С — *Aphidoidea* на лабазнике вязолистном, D — *Graphosoma lineatum* L. на миррис душистой. Фото автора

**Fig. 1.** Pests of various medicinal crops: A — *Aphidoidea* on hybrid of Rose, B — *Aphidoidea* on poroporo, C — *Aphidoidea* on meadowsweet, D — *Graphosoma lineatum* L. on sweet cicely. Photo by the author



аралия сердцевидная тлями не заселялась); в ботанико-географических регионах Западной Европы — на борце северном, реване лекарственном, очитке, миррис душистой, василистнике водосборном, кадении сомнительной; в Сибири и Средней Азии — на лабазнике степном, борщевике сибирском, щавеле тяньшанском, реване компактном, борце красноватом и борце восточном, серпухе венценосной, борце байкальском, борце пазушноцветковом, валериане чесночницелистной; на Дальнем Востоке активное заселение тлей отмечалось на жимолости Рупрехта.

В литературе имеются указания на неоднократное заселение культурных растений тлями даже при использовании средств защиты растений [10]. По наблюдениям авторов, в случае применения химических средств защиты (инсектицидов на основе фосфорорганических соединений) на коллекционных участках тли способны заселяться в течение вегетационного периода несколько раз, и при массовом появлении нового поколения вредителя обработки необходимо повторять 2–3 раза.

Кроме того, на таких представителях семейства сельдерейных, как тмин обыкновенный, болиголов пятнистый и миррис душистая, был обнаружен щитник линейчатый, а окопнику лекарственному вредил в I декаде июня клоп диктиля окопниковая (*Dictyla humuli* F.), имаго которого высасывают клеточный сок из листьев растения [11].

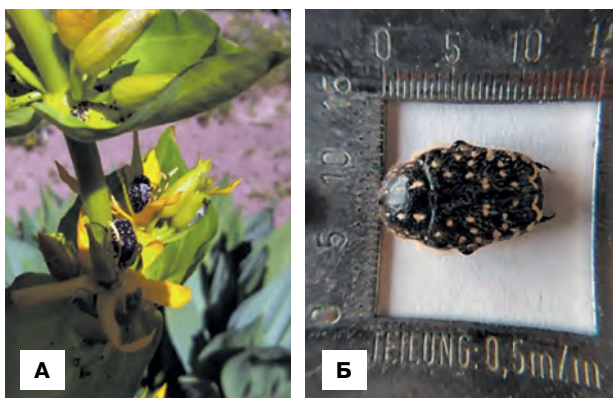
На коллекционном питомнике мяты в начале сентября были отмечены цикадки (*Empoasca pterides* Dhlb.) на сортах Серебристая и Загадка, поврежденность растений этой группой вредителей была незначительной.

На культуре шиповника (как на недавно заложенном участке II г. в., так и на старой плантации X г. в.) наблюдалось распространение шиповниковой пестрокрылки (*Rhagoletis alternata* Fallen), также встречалась розанная цикадка (*Edwardsiana rosae* L.). Повреждаемость плодов шиповниковой пестрокрылкой отмечалась в слабой степени на всех изучаемых гибридах, наибольшее распространение вредителя отмечалось у гибридов 1-8-24 и 2-25-6 (2 балла).

Оленка рябая (*Oxythyrea funesta* Poda) (рис. 2) отмечалась единично на цветущих растениях шиповника, эхинацеи пурпурной, гринделии мощной, клопогоне ветвистом и массово — на горечавке желтой (до 3–5 экземпляров на растении).

**Рис. 2.** А — оленка рябая выгрызает тычинки и пестики на цветах горечавки желтой, Б — внешний вид вредителя. Фото автора

**Fig. 2.** A — the white spotted rose beetle gnawes out the flowers of the great yellow gentian, B — the appearance of the pest. Photo by the author



Плантации лапчатки белой в слабой и средней степени повреждались паутинным клещом как на Фармакопейном участке, так и на опытном поле. При этом новый сорт лапчатки Снежжа проявлял большую устойчивость по сравнению с сортом Весна. Подземные части растений родиолы розовой в многолетних посадках часто повреждаются личинками хрущей, преимущественно майским западным жуком (*Melolontha melolontha* L.) (рис. 3).

В предыдущие годы рядом исследователей уже проводились работы по определению патогенной микрофлоры на растениях коллекций Ботанического сада [12, 13]. За период наблюдений 2022–2023 гг. как на опытном поле, так и в коллекционных посадках Ботанического сада заболевания (за некоторым исключением) значительного распространения не имели. В июне регистрировалось поражение побегов у норичника узловатого (*Scrophularia nodosa* L.) возбудителем септориоза (*Septoria*) на регионе европейской части России и Западной Европы (2–3 балла). В I декаде июня существенное развитие ржавчины (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl) было отмечено на плантации лапчатки белой II г. в. на опытном поле и в меньшей степени — на Фармакопейном участке.

В 2023 году в связи с колебаниями влажности и перепадами температур во второй половине лета на коллекционном питомнике мяты наблюдалось большее, чем обычно, заражение растений. Мучнистая роса в слабой степени поражала листья на сортах Чернолистная, Тунжа, Серебристая, Згадка, Симферопольская 200, Лекарственная 4, Медичка, Кубанская 6 и Янтарная; ржавчина уже к началу сентября поражала Польскую, Краснодарскую 2, Кубанскую 6, Медичку, Лубенчанку, Болгарскую и Москвичку. В сложившихся погодных условиях 2023 года на мяте длиннолистной отмечалось развитие септориоза (*Septoria hyperici* Desm.) (3 балла) и антракноза (*Shaceloma menthae* Jenk.) (2–3 балла).

В конце июня — начале июля мучнистая роса появлялась на посевах валерианы лекарственной III г. в., а в Западной Европе — на медунице мягкой (в конце июня и до середины июля пораженность данного вида была высокой — 3–4 балла). К концу июня мучнистая роса распространилась на растениях кровохлебки лекарственной (I, V г. в.), во II декаде августа — на зюзнике высоком (I г. в.), отдельных гибридах шиповника, ноготках лекарственных сорта Кальта, массово — на серпухе венценосной (IV г. в.) и пижме обыкновенной (II г. в.). В конце сентября мучнистая роса проявилась на монарде дудчатой

**Рис. 3.** Личинка *Melolontha melolontha* на переходящих плантациях родиолы розовой. А — личинка в корнях растения; Б — внешний вид личинки Фото автора

**Fig. 3.** *Melolontha melolontha* larva on transitional plantations of Golden root. A — larva in the roots of the plant; B — appearance of the larva Photo by the author





**Рис. 4.** А — проявление паутинного клеща на лапчатке белой, В, С — мучнистая роса на пижме обыкновенной и монарде дудчатой, D — рамуляриоз айра болотного. Фото автора

**Fig. 4.** Manifestation of spider mites on white cinquefoil; powdery mildew on tansy and monarda fusticata; ramulariasis on the sweet flag. Photo by the author



и маклее кьюсской, а листья айра болотного поражались рамуляриозом (*Ramularia aromatica* (Saccardo) von Höhnel) (рис. 4).

В связи с погодными условиями в конце вегетационного периода (повышенное количество осадков и достаточно высокий температурный фон) поражаемость гибридов шиповника пятнистостями увеличилась в сравнении с 2022 годом. Марссониозом и церкоспорозом поражались все гибриды, при этом наибольшее развитие заболеваний отмечалось на сорте-стандарте Витаминный ВНИВИ и гибридах 2-1-11 и 1-25-6.

Тем не менее перспективные гибриды показали более высокую или одинаковую устойчивость к болезни по сравнению со стандартом, а наименее — поражались пятнистостями гибриды 1-8-24 и 1-3-17 (1 балл). *Необходимо отметить, что в III декаде августа — начале сентября на необрунных плодах массово стали проявляться пятна, характерные для антракноза (*Sphacelota rosarum* (Pass.) Jenk.), а также на отдельных сортах (Российский 1, Пальчик и др.) наблюдалось поражение ржавчиной (*Phragmidium disciflorum* (Tode) J. James, 1 балл) и мучнистой росой (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* Woron., 1 балл), в прошлом вегетационном периоде не наблюдавшееся (рис. 5).*

### Выводы/Conclusion

Фитосанитарный мониторинг позволяет подобрать рациональные методы и средства защиты лекарственных растений от вредных организмов, его результаты могут использоваться при разработке плана мероприятий по контролю численности фитофагов и распространенности заболеваний, что дает возможность оптимизировать состояние биокolleкций и опытных посевов.

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 НИР «Поиск и выявление перспективных видов дикорастущих растений, изучение их ресурсного потенциала, формирование высокопродуктивных агроценозов лекарственных и ароматических культур путем создания новых сортов и разработки интенсивных, экологически безопасных технологий их возделывания» (№ FGUU-2022-0009).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цицилин А.Н. Изучение коллекций Ботанического сада и питомников филиалов ВИЛАР и создание плантаций лекарственных растений. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2023; (2): 54–61. <https://doi.org/10.25684/2712-7788-2023-2-167-54-61>
2. Климахин Г.И., Макарова Н.В., Семикин В.В., Фонин В.С. Интродукция — основа развития лекарственного растениеводства. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2012; (1): 23–28. <https://elibrary.ru/pvbsqd>

**Рис. 5.** Проявление грибных заболеваний на листьях и плодах шиповника: А — пораженные листья, Б — пораженные плоды. Фото автора

**Fig. 5.** The fungal diseases on rose hip leaves and fruits: А — affected leaves, В — affected fetus Photo by the author



По частоте встречаемости наибольший вред лекарственным культурам был нанесен поли- и олигофагами: представителями семейства листоедов (*Chrysomelidae*) и надсемейства тлей (*Aphidoidea*) — до 3 баллов, а из болезней преобладали эризифовые (*Erysiphaceae*) и пероноспорные (*Peronosporaceae*) — до 3–4 баллов, а также ржавчинные грибы из класса пuccиниомицетов (*Pucciniomycetes*).

В целом фитосанитарное состояние регионов Ботанического сада и опытного поля ВИЛАР в 2022–2023 гг. можно считать удовлетворительным, так как выпадов видов или культур из биокolleкции в связи с сильным поражением болезнями или повреждением вредителями не наблюдалось.

В связи с меняющимися погодными условиями необходимо ежегодно проводить фитомониторинговые мероприятия в целях своевременного выявления очагов распространения вредителей или поражения заболеваниями — начиная с отрастания растений и до окончания вегетации.

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 research project “Search and identification of promising species of wild plants, study of their resource potential, formation of highly productive agroecosystems of medicinal and aromatic crops by creating new varieties and developing intensive, environmentally friendly technologies for their cultivation” (No. FGUU-2022-0009).

### REFERENCES

1. Tsitsilin A.N. Studying the collections of the Botanical garden and nursery of the branches of VILAR and the creation of medicinal plants plantations. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2023; (2): 54–61 (in Russian). <https://doi.org/10.25684/2712-7788-2023-2-167-54-61>
2. Klimakhin G.I., Makarova N.V., Semikin V.V., Fonin V.S. Introduction is the basis for development of medicinal agriculture. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2012; (1): 23–28 (in Russian). <https://elibrary.ru/pvbsqd>

3. Цицилин А.Н., Пугач Л.В. Изучение генофонда Ботанического сада и коллекционных питомников филиалов ВИЛАР — один из путей ускоренной и успешной интродукции лекарственных растений. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2015; (12): 14–17. <https://elibrary.ru/warbtft>
4. Samietz J., Graf B., Hohn H., Schaub L., Höpli H.U., Razavi E. Web-Based Decision Support for Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Development of the Swiss System SOPRA. Jao C. (ed.). *Efficient Decision Support Systems-Practice and Challenges From Current to Future. InTech*. 2011; 373–388. <https://doi.org/10.5772/16440>
5. Barzman M. et al. Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015; 35(4): 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
6. Захаренко В.А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем как инструмент повышения эффективности защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2018; (6): 14–17. <https://elibrary.ru/xotefv>
7. Faraji L., Karimi M. Botanical gardens as valuable resources in plant sciences. *Biodiversity and Conservation*. 2020; 31(12): 2905–2926. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01926-1>
8. Грязнов М.Ю., Савченко О.М., Тощая С.А. Динамика численности земляной блошки (*Altica oleracea* L.) в зависимости от погодных условий и сортовых особенностей энотеры. *Аграрная Россия*. 2023; (4): 32–37. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-4-32-37>
9. Бушковская Л.М., Ковалев Н.И., Пушкина Г.П. Влияние агротехнических приемов на вредоносность мятной блошки и биопродуктивность зюзника европейского. *Защита и карантин растений*. 2017; (8): 51–52. <https://elibrary.ru/zdwlhl>
10. Зубарева К.Ю., Ятчук П.В. Биологическая защита гороха от тли. Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения. *Материалы Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии*. Орел: Орловский ГАУ. 2020; 77–81. <https://elibrary.ru/lgaadr>
11. Кузнецова Н.П. Вредители интродуцированных растений Сибирского ботанического сада. *Защита и карантин растений*. 2015; (1): 48–49. <https://elibrary.ru/thasup>
12. Ларина Г.Е., Гудкова Н.Ю., Михалева С.Н., Калембет И.Н., Евтюхова А.В., Серая Л.Г. Фитомониторинг коллекционных лекарственных растений. *Аграрная наука*. 2019; (s3): 10–14. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-10-14>
13. Ларина Г.Е. и др. Фитопатология (микозы) лекарственных растений в многолетних коллекционных посадках. 90 лет — от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы. *Сборник материалов юбилейной Международной научной конференции*. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений. 2021; 83–92. [https://doi.org/10.52101/9785870191003\\_2021\\_83](https://doi.org/10.52101/9785870191003_2021_83)
3. Tsitsilin A.N., Pugach L.V. The study of the gene pool of the Botanical Garden and collection nurseries of VILAR branches is one of the ways to accelerate and successfully introduce medicinal plants. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2015; (12): 14–17 (in Russian). <https://elibrary.ru/warbtft>
4. Samietz J., Graf B., Hohn H., Schaub L., Höpli H.U., Razavi E. Web-Based Decision Support for Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Development of the Swiss System SOPRA. Jao C. (ed.). *Efficient Decision Support Systems-Practice and Challenges From Current to Future. InTech*. 2011; 373–388. <https://doi.org/10.5772/16440>
5. Barzman M. et al. Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015; 35(4): 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
6. Zakharenko V.A. Monitoring of the phytosanitary state of agro-ecosystems as a tool to increase plant protection efficiency. *Plant protection and quarantine*. 2018; (6): 14–17 (in Russian). <https://elibrary.ru/xotefv>
7. Faraji L., Karimi M. Botanical gardens as valuable resources in plant sciences. *Biodiversity and Conservation*. 2020; 31(12): 2905–2926. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01926-1>
8. Gryaznov M.Yu., Savchenko O.M., Totskaya S.A. Dynamics of the number of *Altica oleracea* L. depending on weather conditions and varietal characteristics of *Oenothera biennis* L. *Agrarian Russia*. 2023; (4): 32–37 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-4-32-37>
9. Bushkovskaya L.M., Kovalev N.I., Pushkina G.P. The influence of agrotechnical techniques on the harmfulness of mint flea and the bioproductivity of European zyznik. *Plant protection and quarantine*. 2017; (8): 51–52 (in Russian). <https://elibrary.ru/zdwlhl>
10. Zubareva K.Yu., Yatchuk P.V. Biological protection of peas from aphids. *Rational use of raw materials and creation of new biotechnological products. Proceedings of the International scientific and practical Internet conference on topical issues in the field of biotechnology*. Orel: Orel State Agrarian University. 2020; 77–81 (in Russian). <https://elibrary.ru/lgaadr>
11. Kuznetsova N.P. Pests of the introduced plants of the Siberian Botanical Garden. *Plant protection and quarantine*. 2015; (1): 48–49 (in Russian). <https://elibrary.ru/thasup>
12. Larina G.E., Gudkova N.Yu., Mikhaleva S.N., Kalemбет I.N., Evtyukhova A.V., Seraya L.G. Phytomonitoring of collection medicinal plants. *Agrarian science*. 2019; (s3): 10–14 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-10-14>
13. Larina G.E. et al. Phytopathology (mycoses) of medicinal plants in perennial collection plantings. 90 years — from a plant to a medicinal product: achievements and prospects. *Collection of materials of the jubilee International Scientific Conference*. Moscow: All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 2021; 83–92 (in Russian). [https://doi.org/10.52101/9785870191003\\_2021\\_83](https://doi.org/10.52101/9785870191003_2021_83)

## ОБ АВТОРАХ

**Никита Игоревич Ковалев**

кандидат сельскохозяйственных наук  
kovalevteam@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9169-9608>

**Ольга Михайловна Савченко**

кандидат сельскохозяйственных наук  
nordfenugreek@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3054-1719>

Всероссийский научно-исследовательский институт  
лекарственных и ароматических растений,  
ул. Грина, 7, стр. 1, Москва, 117216, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Nikita Igorevich Kovalev**

Candidate of Agricultural Sciences  
kovalevteam@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9169-9608>

**Olga Mikhailovna Savchenko**

Candidate of Agricultural Sciences  
nordfenugreek@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3054-1719>

All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants,  
7 Grin Str., 1 building, Moscow, 117216, Russia

УДК 635.21:631.811

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-97-101

М.Н. Павлов<sup>1</sup> ✉  
 К.Н. Хомякова<sup>1, 2</sup>  
 Т.И. Смирнова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия

<sup>2</sup> Тверской государственный университет, Тверь, Россия

✉ maxnipav@gmail.com

Поступила в редакцию:  
29.02.2024

Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024

Принята к публикации:  
26.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-97-101

Maxim N. Pavlov<sup>1</sup> ✉  
 Karina N. Khomyakova<sup>1, 2</sup>  
 Tatiana I. Smirnova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia

<sup>2</sup> Tver State University, Tver, Russia

✉ maxnipav@gmail.com

Received by the editorial office:  
29.02.2024

Accepted in revised:  
12.04.2024

Accepted for publication:  
26.04.2024

## Оценка состава и выноса питательных веществ с клубнями антоцианосодержащих сортов картофеля в ЦРНЗ РФ

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Оптимизация минерального питания растений антоцианосодержащих сортов картофеля требует анализа их урожайности, элементного состава и выноса питательных веществ. В работе изучены данные показатели для трех сортов с различной окраской мякоти клубней (Гала, Сюрприз и Северное сияние).

**Методы.** Исследования проводились в однофакторном опыте на опытном поле Тверской ГСХА в 2023 г. на хорошо окультуренной дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве. Изучены три сорта: Гала, Сюрприз и Северное сияние. Повторность в опыте трехкратная. Соблюдали интенсивную технологию возделывания. Урожайность клубней, содержание в них сухого вещества, сырой золы, азота, калия, фосфора, железа, меди, цинка, кобальта и бора — по стандартным методикам, прописанным в соответствующих ГОСТах. Содержание в клубнях кальция и магния определяли комплексонометрическим методом.

**Результаты.** Антоцианосодержащие сорта Сюрприз и Северное сияние характеризовались более высокой урожайностью (на 4,2–5,2 т/га) и содержанием в клубнях азота, кальция, железа, меди, цинка, кобальта и бора, чем у сорта Гала. За счет этого они отличались более высоким выносом двух макроэлементов — азота (76,14–77,28 кг/га) и кальция (1,95–2,78 кг/га), пяти микроэлементов — железа (112,63–151,29 г/га), меди (18,79–20,41 г/га), цинка (66,65–69,84 г/га), кобальта (0,75–0,77 г/га) и бора (29,19–37,46 г/га). Полученные показатели выноса можно использовать для расчета ориентировочных доз удобрений.

**Ключевые слова:** картофель, клубни, антоцианы, окраска мякоти, элементный состав, вынос

**Для цитирования:** Павлов М.Н., Хомякова К.Н., Смирнова Т.И. Оценка состава и выноса питательных веществ с клубнями антоцианосодержащих сортов картофеля в ЦРНЗ РФ. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 97–101.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-97-101>

© Павлов М.Н., Хомякова К.Н., Смирнова Т.И.

## Assessment of the composition and removal of nutrients from tubers of anthocyanin-containing potato varieties in the central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation

### ABSTRACT

**Relevance.** Optimization of the mineral nutrition of plants of anthocyanin-containing potato varieties requires an analysis of their yield, elemental composition and nutrient removal. In the work, these indicators were studied for three varieties with different colors of the pulp of tubers (Gala, Syurpriz and Severnoe Siyanie).

**Methods.** The research was carried out in a single-factor experiment on the experimental field of the Tver State Agricultural Academy in 2023 on well-cultivated sod — medium podzolic light loamy soil. 3 varieties have been studied: Gala, Syurpriz and Severnoe Siyanie. The repetition in the experiment is 3 times. Intensive cultivation technology was observed. The yield of tubers, the content of dry matter, crude ash, nitrogen, potassium, phosphorus, iron, copper, zinc, cobalt and boron in them — according to standard methods prescribed in the relevant GOST standards. The content of calcium and magnesium in tubers was determined by the complexometric method.

**Results.** The anthocyanin-containing varieties Syurpriz and Severnoe Siyanie were characterized by higher yields (by 4.2–5.2 t/ha) and the content of nitrogen, calcium, iron, copper, zinc, cobalt and boron in tubers than in the Gala variety. Due to this, they were distinguished by a higher removal of two macronutrients — nitrogen (76.14–77.28 kg/ha) and calcium (1.95–2.78 kg/ha), five trace elements — iron (112.63–151.29 g/ha), copper (18.79–20.41 g/ha), zinc (66.65–69.84 g/ha), cobalt (0.75–0.77 g/ha) and boron (29.19–37.46 g/ha). The obtained removal indicators can be used to calculate the approximate doses of fertilizers.

**Key words:** potatoes, tubers, anthocyanins, pulp coloring, elemental composition, takeaway

**For citation:** Pavlov M.N., Khomyakova K.N., Smirnova T.I. Assessment of the composition and removal of nutrients from tubers of anthocyanin-containing potato varieties in the central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 97–101 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-97-101>

© Pavlov M.N., Khomyakova K.N., Smirnova T.I.

## Введение/Introduction

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) — ценная высокопродуктивная сельскохозяйственная культура, используемая в продовольственных, кормовых и технических целях [1, 2]. Клубни содержат в среднем около 10–18% крахмала, 1–2% белка, витамины (С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub> и др.), соединения калия, фосфора, магния, кальция и другие минеральные элементы [1–3]. Химический состав клубней картофеля зависит от генетических особенностей сорта, характеристик почвы, агроклиматических условий, технологии возделывания, степени зрелости клубней и других факторов [1, 3, 4].

Сорт играет ведущую роль в формировании урожайности картофеля. От генетических особенностей растений зависит интенсивность их роста и развития, определяемая физиологическими особенностями, в частности накоплением в органах растений элементов питания, из которых синтезируются органические вещества [4].

В настоящее время представляют интерес сорта картофеля с темноокрашенной мякотью клубней, с высоким содержанием антоциановых пигментов, которые используются организмом человека в качестве антиоксидантов [3, 5].

Антоцианы — представители класса флавоноидов. Содержание их в клубнях картофеля с окрашенной мякотью составляет от 6 до 35 мг / 100 г сухой массы [6].

Окраска органов растений антоциановыми пигментами является адаптивным признаком. Данные соединения играют защитную роль в ответе на различные стресс-факторы: избыточное УФ-излучение, засуху, высокие или низкие температуры, засоление почвы, дефицит минеральных веществ, избыток тяжелых металлов, воздействие болезней и вредителей [7–9]. Антоцианы являются фотозащитными агентами, поглощающими избыточный видимый и ультрафиолетовый свет и нейтрализующими свободные радикалы [7, 8]. В связи с этим данные пигменты способствуют не только повышению диетической ценности и качества клубней картофеля, но и устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, что в свою очередь положительно сказывается на продуктивности.

Однако многие приемы технологии возделывания таких сортов отработаны недостаточно, что связано, в частности, со слабой изученностью их реакции на применение различных форм и видов элементов минерального питания. Особенности потребления растениями антоцианосодержащих сортов картофеля элементов минерального питания связаны с их уникальным химическим составом и требуют детального изучения [10].

*Цель исследований* — изучить урожайность, содержание и вынос различных элементов питания с клубнями картофеля трех сортов с различной окраской мякоти клубней.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в однофакторном опыте на опытном поле Тверской ГСХА (Калининский р-н, Тверская обл., Россия) в 2023 г. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, остаточной карбонатная, глееватая на морене, легкосуглинистая по

гранулометрическому составу, хорошо окультурена. В почве содержались органические вещества (1,9%), азот щелочногидролизуемый (62,3 мг/кг) (по Корнфилду), Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> (317 мг/кг) и К<sub>2</sub>О (94 мг/кг) (по Кирсанову), рН<sub>сол.</sub> (4,79), обменный Са (2,6 ммоль / 100 г), обменный Mg (0,26 ммоль / 100 г), подвижный В (0,47 мг/кг).

Объект исследования — сорта картофеля:

1. Гала (среднеранний, столового назначения, кожура гладкая, светло-желтая, мякоть темно-желтая).
2. Сюрприз (среднеранний, столового назначения, кожура красная, мякоть красно-пестрая).
3. Северное сияние (среднепелый, пригоден для производства хрустящего картофеля и вакуумной упаковки, кожура синяя, мякоть сине-пестрая)<sup>1</sup>.

Схема опыта:

1. Сорт Гала.
2. Сорт Сюрприз.
3. Сорт Северное сияние.

Размеры делянки — 1,4 x 6 м, площадь — 8,4 м<sup>2</sup>, повторность — трехкратная.

Перед посадкой весной вносили минеральные удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>90</sub> в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калия сернокислого.

Агротехника в опыте — стандартная для Тверской области. Предшественник — зерновые культуры. Основная обработка почвы включала в себя вспашку — плуг PERESVET ПОН 4+1 («Алмаз», Россия). Предпосадочная обработка почвы — две культивации (культиватор КПС-6) («Белагромаш», Россия). Посадку проводили 19.05 (вручную) с междурядьями 70 см клубнями средней фракции (50–80 г) на глубину 8–10 см. Перед посадкой произвели нарезку гребней высотой 20 см, шириной основания 65–70 см с использованием культиватора-окучника марки КОН-2,8 (ООО «Техмаш», Беларусь). Создана оптимальная густота посадки, произведено протравливание клубней смесью препаратов: инсектицид «Табу» (АО «Фирма «Август», Россия) (0,08 л/т клубней); фунгицид «Синклер» (АО «Фирма «Август», Россия) (0,2 л/т клубней); регулятор роста «Зеребра Агро» (ООО «Резерв», Россия) (0,1 л/т клубней).

Уход за посадками состоял из 2 междурядных обработок (культиватор-окучник марки КОН-2,8), трехкратного опрыскивания фунгицидами (с интервалом в 7 дней) «Улис, ВДГ» (ООО «Агро Эксперт Групп», Россия) 0,6 кг/га (11 июля), «Инфинито, КС» (Bayer CropScience, Германия) 1,5 л/га (21 июля), «Рапид Голд, СП» (ООО «Агрорус», Россия) 1,5 кг/га (29 июля) и однократного опрыскивания гербицидом «Зино, СП» 0,8 кг/га с расходом рабочего раствора 300 л/га.

Учет урожая и отбор образцов клубней<sup>2</sup> для исследований произведены вручную 4 сентября. Затем произвели механизированную уборку оставшегося урожая. Урожайность определяли путем взвешивания клубней с учетной площади делянки с последующим пересчетом на 1 га<sup>2</sup>.

Определение в клубнях картофеля содержания сухого вещества производилось гравиметрическим методом по ГОСТ 31640<sup>3</sup>, азота — титриметрическим методом по ГОСТ 13496.4<sup>4</sup> (п. 8), калия — пламенно-фотометрическим

<sup>1</sup> Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). М.: Росинформагротех. 2023; 1: 631.

<sup>2</sup> Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству. Тверь: Тверская ГСХА. 2015: 143. eLIBRARY ID: 50502931

<sup>3</sup> ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М.: Стандартинформ. 2020; 7.

<sup>4</sup> ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2019; 20.

методом по ГОСТ 30504<sup>5</sup>, фосфора — фотометрическим методом по ГОСТ 26657<sup>6</sup> (п. 4), кальция и магния — комплексонометрическим методом с использованием металлохромных индикаторов<sup>7</sup>, железа — атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 32343<sup>8</sup>, меди, цинка и кобальта — атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30692<sup>9</sup>, бора — фотометрическим методом с азотметинном-Н по ОСТ 10.154<sup>10</sup> (п. 2). Содержание всех исследуемых минеральных элементов пересчитывали на натуральную влажность.

Статистическую обработку выполнили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову<sup>11</sup> (1985 г.) с использованием программы STRAZ (ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия).

По агрометеорологическим условиям вегетационный период картофеля в 2023 г. отличался от среднелетних данных. Так, сумма температур за вегетацию составила 1718,3 °С и была выше нормы на 69,5 °С. Влагообеспеченность картофеля была близка к нормальной. Засушливые периоды создавались в I и II декадах июня и III декаде августа, когда осадков выпало, соответственно, 3% и 35% от нормы. В сумме за вегетацию выпало 257 мм осадков (99% от нормы). Гидротермический коэффициент по Селянину в 2023 г. был равен 1,49 при норме (за этот период) 1,57. Вегетационный период характеризовался как нормальный.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Потребление растениями питательных веществ из почвы и удобрений зависит от урожайности культуры. Устойчивость растений антоциансодержащих сортов Сюрприз и Северное сияние к неблагоприятным факторам среды, вероятно связанная с защитной ролью антоцианов, положительно сказывалась на продуктивности [7–9]. Исследованиями выявлено преимущество данных сортов как по урожайности, так и по выходу сухого вещества с клубнями (рис. 1).

Так, клубневая продуктивность у сортов Сюрприз и Северное сияние была выше, чем у сорта Гала, на 4,2–5,2 т/га по урожайности, на 2,2–3,0 т/га по выходу сухого вещества с клубнями. Содержание сухого вещества в клубнях у сорта Гала составило 15,9%, у сорта Сюрприз — 21,8%, у сорта Северное сияние — 24,1%.

Результаты исследований минерального состава клубней картофеля представлены в таблице 1.

Содержание азота в клубнях картофеля, по литературным данным, составляет в среднем 0,5–0,6%, фосфора — 0,15–0,20%, калия — 0,7–1,0% [11]. В исследованиях содержание данных элементов было существенно ниже этих значений, что объясняется недостатком азота и калия в почве, а также малыми дозами вносимых удобрений. Это подтверждает необходимость оптимизации минерального питания растений изучаемых сортов картофеля.

Антоциансодержащие сорта Сюрприз и Северное сияние характеризовались более высоким содержанием большинства элементов питания, чем сорт с желтой мякотью Гала. Так, больше всего азота (0,301%),

**Рис. 1.** Урожайность сортов картофеля и выход сухого вещества с клубнями. НСР05 (урожайность) — 1,9 т/га, НСР05 (выход сухого вещества с клубнями) — 1,6 т/га

**Fig. 1.** The yield of potato varieties and the yield of dry matter with tubers. HCR05 (yield) — 1.9 t/ha, HCR05 (yield of dry matter with tubers) — 1.6 t/ha

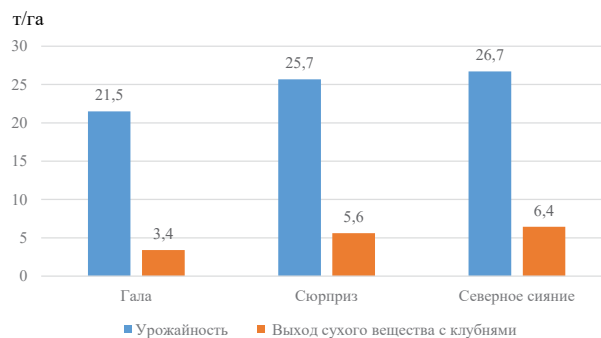


Таблица 1. Элементный состав клубней разных сортов картофеля

Table 1. Elemental composition of tubers of different potato variety

Элемент питания	Единицы измерения	Сорт		
		Гала	Сюрприз	Северное сияние
<i>Макроэлементы</i>				
Азот (N)	%	0,270	0,301	0,285
Фосфор (P)	%	0,049	0,052	0,039
Калий (K)	%	0,425	0,369	0,477
Кальций (Ca)	%	0,007	0,008	0,010
Магний (Mg)	%	0,005	0,003	0,003
<i>Микроэлементы</i>				
Железо (Fe)	мг/кг	3,831	4,387	5,663
Медь (Cu)	мг/кг	0,535	0,732	0,764
Цинк (Zn)	мг/кг	2,389	2,596	2,614
Кобальт (Co)	мг/кг	0,017	0,030	0,028
Бор (B)	мг/кг	1,083	1,137	1,402

фосфора (0,052%) и кобальта (0,030 мг/кг) отмечено в клубнях картофеля сорта Сюрприз, калия (0,477%), кальция (0,010%), железа (5,663 мг/кг), меди (0,764 мг/кг), цинка (2,614 мг/кг) и бора (1,402 мг/кг) — в клубнях сорта Северное сияние. Повышенное потребление растениями данных элементов, вероятно, объясняется биосинтезом антоцианов, в который включаются различные ферменты и другие биологически активные вещества, в состав которых входят данные макро- и микроэлементы [10]. Кроме того, известно, что антоцианы образуют стабильные комплексы с рядом ионов металлов (в том числе железа) [12, 13].

Сорт с желтой мякотью Гала характеризовался большим содержанием магния (0,005 мг/кг), чем антоциансодержащие сорта.

Для оценки особенностей потребления растениями различных макро- и микроэлементов определяется вынос их с урожаем. Он характеризует отчуждение с поля элементов питания с единицей продукции.

Выявлено, что вынос элементов питания зависел как от урожайности клубней, так и от их элементного состава (табл. 2).

<sup>5</sup> ГОСТ 30504-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 1997; 11.

<sup>6</sup> ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 1997; 12.

<sup>7</sup> Практикум по агрохимии (под ред. Б.А. Ягодина). М.: Агропромиздат. 1987; 512.

<sup>8</sup> ГОСТ 32343-2013 Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии. М.: Стандартинформ. 2014; 21.

<sup>9</sup> ГОСТ 30692-2000 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2000; 11.

<sup>10</sup> ОСТ 10.154-88 Методы агрохимического анализа. Определение бора в растениях и кормах растительного происхождения. Москва. 1988; 16.

<sup>11</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 351.

Таблица 2. Вынос элементов питания с клубнями разных сортов картофеля  
Table 2. Removal of batteries with tubers of different potato varieties

Элемент питания	Единицы измерения	Вынос, на 1 га			Вынос, на 1 т клубней		
		Гала	Сюрприз	Северное сияние	Гала	Сюрприз	Северное сияние
<b>Макроэлементы</b>							
Азот (N)	кг	58,04	77,28	76,14	2,70	3,01	2,85
Фосфор (P)	кг	10,53	13,35	10,42	0,49	0,52	0,39
Калий (K)	кг	91,37	94,74	127,44	4,25	3,69	4,77
Кальций (Ca)	кг	1,57	1,95	2,78	0,07	0,08	0,10
Магний (Mg)	кг	1,10	0,80	0,72	0,05	0,03	0,03
<b>Микроэлементы</b>							
Железо (Fe)	г	82,36	112,63	151,29	3,83	4,39	5,66
Медь (Cu)	г	11,50	18,79	20,41	0,54	0,73	0,76
Цинк (Zn)	г	51,36	66,65	69,84	2,39	2,60	2,61
Кобальт (Co)	г	0,37	0,77	0,75	0,02	0,03	0,03
Бор (B)	г	23,28	29,19	37,46	1,08	1,14	1,40

Так, антоциансодержащие сорта Сюрприз и Северное сияние характеризовались более высоким выносом большинства элементов питания: азота (77,14–77,28 кг/га), калия (94,74–127,44 кг/га), кальция (1,95–2,78 кг/га), железа (112,63–151,29 г/га), меди (18,79–20,41 г/га), цинка (66,65–69,84 г/га), кобальта (0,75–0,77 г/га), бора (29,19–37,46 г/га).

Сорт Гала характеризовался более высоким выносом магния, который составил 1,10 кг/га и был выше, чем у антоциансодержащих сортов, на 0,30–0,38 кг/га.

Больше всего калия (127,44 кг/га), кальция (2,78 кг/га), железа (151,29 г/га), меди (20,41 г/га), цинка (69,84 г/га) и бора (37,46 г/га) было вынесено с клубнями картофеля сорта Северное сияние, азота (77,28 кг/га), фосфора (13,35 кг/га) и кобальта (0,77 г/га) — с клубнями сорта Сюрприз.

Для определения примерной потребности растений в макро- и микроэлементах и расчета доз удобрений на урожайность необходимо определить вынос элементов питания на единицу урожая, в данном случае — клубней.

Выявлено, что антоциансодержащие сорта Сюрприз и Северное сияние характеризовались более высоким выносом на 1 т клубней азота (2,85–3,01 кг/т), кальция (0,08–0,10 кг/т), железа (4,39–5,66 г/т), меди (0,73–0,76 г/т), цинка (2,60–2,61 г/т), кобальта (0,03 г/т), бора (1,14–1,40 г/т).

Больше всего азота (3,01 кг) и фосфора (0,52 кг) вынесено с 1 т клубней картофеля сорта Сюрприз, калия

(4,77 кг), кальция (0,10 кг), железа (5,66 г), меди (0,76 г), цинка (2,61 г) и бора (1,40 г) — с 1 т клубней сорта Северное сияние.

В целом антоциансодержащие сорта Сюрприз и Северное сияние превосходили сорт Гала по выносу двух макроэлементов: азота на 1 га — на 31,2–33,1%, на 1 т клубней — на 5,6–11,5%; кальция на 1 га — на 24,3–77,0%, на 1 т клубней — на 4,1–42,5%; по выносу четырех микроэлементов: железа на 1 га — на 36,8–83,7%, на 1 т клубней — на 14,5–47,8%; меди на 1 га — на 63,4–77,5%, на 1 т клубней — на 36,8–42,8%; цинка на 1 га — на 29,8–36,0%, на 1 т клубней — на 8,7–9,4%; кобальта на 1 га — на 104,7–110,8%, на 1 т клубней — на 64,7–76,5%; бора на 1 га — на 25,4–60,9%, на 1 т клубней — на 5,0–29,5%.

При этом антоциансодержащие сорта уступали сорту Гала по выносу магния на 1 га на 27,4–34,2%, на 1 т клубней — на 39,2–47,1%.

### Выводы/Conclusion

Таким образом, продуктивность у сортов Сюрприз и Северное сияние была выше, чем у сорта Гала, на 4,2–5,2 т/га по урожайности и на 2,2–3,0 т/га по выходу сухого вещества.

Содержание в клубнях азота, кальция, железа, меди, цинка, кобальта и бора было выше у антоциансодержащих сортов Сюрприз и Северное сияние. За счет продуктивности и особенностей элементного состава они отличались более высоким выносом: двух макроэлементов — азота (76,14–77,28 кг/га или 2,85–3,01 кг/т) и кальция (1,95–2,78 кг/га или 0,08–0,10 кг/т); микроэлементов — железа (112,63–151,29 г/га или 4,39–5,66 г/т), меди (18,79–20,41 г/га и 0,73–0,76 г/т), цинка (66,65–69,84 г/га или 2,60–2,61 г/т), кобальта (0,75–0,77 г/га или 0,03 г/т) и бора (29,19–37,46 г/га или 1,14–1,40 г/т).

Полученные показатели выноса характеризуют примерную потребность антоциансодержащих сортов картофеля Сюрприз и Северное сияние в элементах питания и могут быть использованы для расчета ориентировочных доз удобрений.

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 при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-76-01058.

### FUNDING

The research was carried out with the financial support of the RSF grant No. 23-76-01058.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Жевора С.В., Старовойтов В.И., Яшин А.Я., Манохина А.А., Яшин Я.И. Исследования химического состава и антиоксидантной активности картофеля. *Наука в центральной России*. 2021; (1): 80–87. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2021-1-80-87>
- Усанова З.И., Прыдеин С.Е. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность и качество урожая сортов картофеля с фиолетовой мякотью клубней. *Картофель и овощи*. 2020; (6): 27–31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.73.35.004>
- Усанова З.И., Мигулев С.П., Павлов М.Н. Продуктивность сортов картофеля при применении некорневых подкормок в условиях Верхневолжья. *АгроЭкоИнфо*. 2022; (4): 17. <https://doi.org/10.51419/202124421>
- Гуннар Л.Э., Черенков А.А., Хлопчук М.С. Сорта картофеля в условиях дефицита влаги. *Картофель и овощи*. 2014; (4): 26–27. <https://www.elibrary.ru/safmxx>
- Vinson J.A., Demkosky C.A., Navarre D.A., Smyda M.A. High-Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012; 60(27): 6749–6754. <https://doi.org/10.1021/jf2045262>

### REFERENCES

- Zhevor S.V., Starovoitov V.I., Yashin A.Ya., Manokhina A.A., Yashin Ya.I. Research of the chemical composition and antioxidant activity of potatoes. *Science in the Central Russia*. 2021; (1): 80–87 (in Russian). <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2021-1-80-87>
- Usanova Z.I., Pryadein S.E. The effect of humic preparations on the productivity and quality of the crop of potato varieties with purple pulp of tubers. *Potato and Vegetables*. 2020; (6): 27–31 (in Russian). <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.73.35.004>
- Usanova Z.I., Migulev S.P., Pavlov M.N. Productivity of potato varieties when using foliar top dressing in the conditions of the Upper Volga region. *AgroEcoInfo*. 2022; (4): 17 (in Russian). <https://doi.org/10.51419/202124421>
- Gunnar L.E., Cherenkov A.A., Khlopyuk M.S. Cultivars of potato in conditions of moisture deficiency. *Potato and Vegetables*. 2014; (4): 26–27 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/safmxx>
- Vinson J.A., Demkosky C.A., Navarre D.A., Smyda M.A. High-Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012; 60(27): 6749–6754. <https://doi.org/10.1021/jf2045262>

6. Brown C.R., Durst R.W., Wrolstad R., De Jong W. Variability of Phytonutrient Content of Potato in Relation to Growing Location and Cooking Method. *Potato Research*. 2008; 51(3–4): 259–270. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9115-0>
7. Agati G., Guidi L., Landi M., Tattini M. Anthocyanins in photoprotection: knowing the actors in play to solve this complex ecophysiological issue. *New Phytologist*. 2021; 232(6): 2228–2235. <https://doi.org/10.1111/nph.17648>
8. Guo J., Han W., Wang M.H. Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: A review. *African Journal of Biotechnology*. 2008; 7(25): 4966–4972.
9. Wegener C.B., Jansen G. Soft-rot Resistance of Coloured Potato Cultivars (*Solanum tuberosum* L.): The Role of Anthocyanins. *Potato Research*. 2007; 50(1): 31–44. <https://doi.org/10.1007/s11540-007-9027-4>
10. Поливанова О.Б., Гинс Е.М. Антиоксидантная активность пигментированного картофеля (*Solanum tuberosum* L.), содержание антоцианов, их биосинтез и физиологическая роль. *Овощи России*. 2019; (6): 84–90. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-84-90>
11. Постников А.Н., Постников Д.А. Картофель. 2-е изд. (перераб. и доп.). М.: МСХА им. К.А. Тимирязева. 2006; 160. ISBN 5-9675-0041-3 <https://www.elibrary.ru/qkymen>
12. Estévez L., Queizán M., Mosquera R.A., Guidi L., Lo Piccolo E., Landi M. First Characterization of the Formation of Anthocyanin-Ge and Anthocyanin-B Complexes through UV-Vis Spectroscopy and Density Functional Theory Quantum Chemical Calculations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021; 69(4): 1272–1282. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06827>
13. Tang P., Giusti M.M. Metal Chelates of Petunidin Derivatives Exhibit Enhanced Color and Stability. *Foods*. 2020; 9(10): 1426. <https://doi.org/10.3390/foods9101426>
6. Brown C.R., Durst R.W., Wrolstad R., De Jong W. Variability of Phytonutrient Content of Potato in Relation to Growing Location and Cooking Method. *Potato Research*. 2008; 51(3–4): 259–270. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9115-0>
7. Agati G., Guidi L., Landi M., Tattini M. Anthocyanins in photoprotection: knowing the actors in play to solve this complex ecophysiological issue. *New Phytologist*. 2021; 232(6): 2228–2235. <https://doi.org/10.1111/nph.17648>
8. Guo J., Han W., Wang M.H. Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: A review. *African Journal of Biotechnology*. 2008; 7(25): 4966–4972.
9. Wegener C.B., Jansen G. Soft-rot Resistance of Coloured Potato Cultivars (*Solanum tuberosum* L.): The Role of Anthocyanins. *Potato Research*. 2007; 50(1): 31–44. <https://doi.org/10.1007/s11540-007-9027-4>
10. Polivanova O.B., Gins E.M. Antioxidant activity of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and anthocyanin content, its biosynthesis and physiological role. *Vegetable crops of Russia*. 2019; (6): 84–90 (in Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-84-90>
11. Postnikov A.N., Postnikov D.A. Potato. 2nd ed. (reprint and additional). Moscow: Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2006; 160 (in Russian). ISBN 5-9675-0041-3 <https://www.elibrary.ru/qkymen>
12. Estévez L., Queizán M., Mosquera R.A., Guidi L., Lo Piccolo E., Landi M. First Characterization of the Formation of Anthocyanin-Ge and Anthocyanin-B Complexes through UV-Vis Spectroscopy and Density Functional Theory Quantum Chemical Calculations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021; 69(4): 1272–1282. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06827>
13. Tang P., Giusti M.M. Metal Chelates of Petunidin Derivatives Exhibit Enhanced Color and Stability. *Foods*. 2020; 9(10): 1426. <https://doi.org/10.3390/foods9101426>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Максим Николаевич Павлов<sup>1</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования  
maxnipav@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1220-3414>

##### Карина Николаевна Хомякова<sup>1, 2</sup>

лаборант лаборатории биотехнологий<sup>1</sup>,  
студент 1-го курса магистратуры<sup>2</sup>  
karinakazaza@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-2043-4614>

##### Татьяна Ивановна Смирнова<sup>1</sup>

кандидат химических наук, доцент кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования  
tatsmi2013@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3890-9186>

<sup>1</sup> Тверская государственная сельскохозяйственная академия, ул. им. Маршала Василевского, 7, Тверь, 170904, Россия

<sup>2</sup> Тверской государственный университет, ул. им. Желябова, 33, Тверь, 170100, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Maxim Nikolaevich Pavlov<sup>1</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Agriculture and Forestry  
maxnipav@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1220-3414>

##### Karina Nikolaevna Khomyakova<sup>1, 2</sup>

Laboratory Assistant at the Biotechnology Laboratory<sup>1</sup>,  
1<sup>st</sup> year Student of the Master's Degree<sup>2</sup>  
karinakazaza@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-2043-4614>

##### Tatyana Ivanovna Smirnova<sup>1</sup>

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Agriculture and Forestry  
tatsmi2013@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3890-9186>

<sup>1</sup> Tver State Agricultural Academy, 7 Marshal Vasilevsky Str., Tver, 170904, Russia

<sup>2</sup> Tver State University, 33 Zhelyabov Str., Tver, 170100, Russia

В.И. Кожевников

А.Ф. Кольцов

Е.Н. Грищенко ✉

Н.В. Щегринев

Северо-Кавказский федеральный  
научный аграрный центр, Михайловск,  
Ставропольский край, Россия

✉ en.gri@bk.ru

Поступила в редакцию:  
30.12.2023

Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024

Принята к публикации:  
26.04.2024

## Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-102-107

Vladimir I. Kozhevnikov

Alexander F. Koltsov

Eugenia N. Grishchenko ✉

Natalya V. Shchegrinets

North Caucasus Federal Agricultural  
Research Center, Mikhailovsk, Stavropol  
Territory, Russia

✉ en.gri@bk.ru

Received by the editorial office:  
30.12.2023

Accepted in revised:  
12.04.2024

Accepted for publication:  
26.04.2024

# Интродукция павлонии войлочной (*Paulownia tomentosa* Steud.) и перспективность ее использования в условиях г. Ставрополя

## РЕЗЮМЕ

Павлония войлочная является одним из растений, обладающих свойством экстремально быстрого накопления растительной массы. В связи с этим в последние годы значительно возрос интерес к этой древесной культуре.

*Цель данной работы* — изучение адаптивных возможностей павлонии войлочной в условиях г. Ставрополя и перспектив ее дальнейшего использования в хозяйственных целях и озеленении региона. Объектом исследования являлись растения коллекции Ставропольского ботанического сада (СБС). Для обзора истории интродукции павлонии использовались архивные данные и отчетная документация. Биометрические промеры растений выполнялись по Н.П. Анучину (1982 г.). Интегральная оценка перспективности интродукции растений павлонии выполнялась по шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой (1973 г.), измененной и дополненной М.А. Кольцовой (1983 г.). Павлония войлочная интродуцирована в СБС с 1984 г. В настоящее время в СБС есть несколько групп взрослых экземпляров павлонии различного происхождения. Высота взрослых деревьев в них варьирует от 4,3 до 9,0 м, диаметр ствола — от 2,7 до 19,5 см, прирост годичных побегов достигает 120 см. В статье приводятся сроки цветения и плодоношения павлонии, особенности развития культуры при выращивании в разных условиях. Описаны способы размножения — семенной и вегетативный. Павлония войлочная относится к теплолюбивым растениям: поздно начинает и заканчивает вегетацию. Одревеснение годичных побегов проходит не в полной мере, в результате чего они повреждаются морозами. Молодые растения нуждаются в зимнем укрытии, а в летний период — в достаточном увлажнении. Согласно проведенной интегральной оценке, павлония войлочная относится к группе менее перспективных видов в условиях СБС, но может выращиваться как солитер и в небольших группах.

**Ключевые слова:** павлония войлочная, *Paulownia tomentosa* Steud., интродукция, озеленение, адаптация, ботанический сад

**Для цитирования:** Кожевников В.И., Кольцов А.Ф., Грищенко Е.Н., Щегринев Н.В. Интродукция павлонии войлочной (*Paulownia tomentosa* Steud.) и перспективность ее использования в условиях г. Ставрополя. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 102–107.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-102-107>

© Кожевников В.И., Кольцов А.Ф., Грищенко Е.Н., Щегринев Н.В.

# The introduction of *Paulownia* (*Paulownia tomentosa* Steud.) and the prospects of its use in the conditions of Stavropol

## ABSTRACT

*Paulownia* tree are one of the plants that have the property of extremely rapid accumulation of plant mass. In this regard, interest in this tree culture has increased significantly in recent years. The purpose of this work is to study the adaptive capabilities of *P. tomentosa* in the conditions of Stavropol and the prospects for its further use for economic purposes and landscaping of the region. The object of the study was the plants of the collection of the Stavropol Botanical Garden (SBG). Archival data and accounting documentation were used to review the history of the introduction of *Paulownia*. Biometric measurements of plants were performed according to N.P. Anuchin (1982). The integral assessment of the prospects for the introduction of *Paulownia* plants was carried out according to the scale of P.I. Lapin and S.V. Sidneva (1973), modified and supplemented by M.A. Koltsova (1983). *P. tomentosa* has been introduced into the SBG since 1984. Currently, there are several groups of adult *Paulownia* specimens of various origins in the SBG. The height of adult trees in them varies from 4.3 to 9.0 m, the trunk diameter is from 2.7 to 19.5 cm. The growth of annual shoots reaches 120 cm. The article presents the timing of flowering and fruiting of *Paulownia*, the peculiarities of the development of culture when grown under different conditions. The methods of reproduction are described: seed and vegetative. *P. tomentosa* belongs to thermophilic plants — it starts and ends the growing season late. The lignification of annual shoots does not take place fully, as a result of which they are damaged by frosts. Young plants need winter shelter, and in the summer they need sufficient moisture. According to the conducted integral assessment, *P. tomentosa* belongs to the group of less promising species in the conditions of the SBG, but can be grown as a solitary and in a little groups.

**Key words:** paulownia tree, *Paulownia tomentosa* Steud., introduction, landscaping, adaptation, botanical garden

**For citation:** Kozhevnikov V.I., Koltsov A.F., Grishchenko E.N., Shchegrinets N.V. The introduction of *Paulownia* (*Paulownia tomentosa* Steud.) and the prospects of its use in the conditions of Stavropol. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 102–107 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-102-107>

© Kozhevnikov V.I., Koltsov A.F., Grishchenko E.N., Shchegrinets N.V.



## Введение/Introduction

В современном парковом озеленении особую востребованность имеют виды древесных растений, обладающие свойством экстремально быстрого накопления биомассы. Одним из таких растений является павловния [1–3].

Павловния (*Paulownia* Siebold & Zucc.) — это род древесных растений семейства павловниевых (*Paulowniaceae* Nakai). Ранее, до проведения молекулярно-генетических исследований, систематики относили павловнию к семействам норичниковых (*Scrophulariaceae* Juss.) и бигониевых (*Bignoniaceae* Juss.) Согласно современной классификации<sup>1</sup> в роде *Paulownia* насчитывается семь видов: *Paulownia catalpifolia* T. Gong ex D.Y. Hong, *P. elongata* S.Y. Hu, *P. fargesii* Franch., *P. fortunei* (Seem.), *P. kawakamii* T.Ito, *P. taiwaniana* T.W. Hu & H.J. Chang, *P. tomentosa* Steud., природный ареал которых находится в различных областях Китая<sup>2</sup>. Последний из перечисленных видов — павловния войлочная (*P. tomentosa*) — это быстрорастущее и декоративное дерево высотой до 20 м, дающее легкую непрочную древесину и способное укреплять пологие влажные склоны.

Павловния войлочная натурализовалась в регионах соответствующего климата в ряде стран и является наиболее распространенной в культуре по сравнению с другими видами рода. В соответствии с международной базой мирового растительного разнообразия<sup>3</sup> культурный ареал павловнии войлочной на карте занимает многие регионы с теплым умеренным и субтропическим климатом. Как декоративное растение она широко представлена в Китае, Южной Корее, Японии, Австралии, Европе, Закавказье, Передней и Средней Азии<sup>3</sup>. В Японии это дерево выращивается для получения технического масла из его семян, для производства бумаги и мелких поделок — шкатулок и др. В Северной Америке павловния войлочная была интродуцирована в 1834 году<sup>4</sup>. В США ареал распространения этого интродуцента — в основном южные штаты, рассеянно представлен на широте г. Бостона (зона зимостойкости USDA 6, изредка 5b). В настоящее время на юге США павловния является инвазивным видом [4].

В России павловния войлочная выращивается в южных регионах: на Черноморском побережье (в том числе в Крыму<sup>5</sup>), отмечены местонахождения в Майкопе, Краснодарском крае [5–7]. Есть сведения о произрастании этой культуры в городах Ессентуки, Кисловодск, Нальчик<sup>6</sup>. В условиях Москвы павловния обмерзает, поэтому может расти в виде полукустарника<sup>7</sup>. В Ставропольском крае павловнии начали интродуцировать, вероятно, в 30-х годах XX в. в Перкальском арборетуме на склоне горы Машук близ города Пятигорска. Согласно сообщению научного сотрудника Ставропольского ботанического сада М.А. Кольцовой, павловния там росла в форме крупного порослевого кустарника, часто

обмерзала, цвела не ежегодно, сохранилась до 1970-х годов, погибла по случайным причинам<sup>8</sup>.

Возможности интродукции и натурализации древесных растений не безграничны, поэтому при рассмотрении степени сходства или различий природно-климатических и исторических условий естественных ареалов и предполагаемых районов интродукции следует иметь в виду особенности самих растений. В связи с этим при оценке климатических условий необходимо учитывать все наиболее существенные характеристики — сезонный ритм погодных условий, экстремальные значения температуры, а также количество, продолжительность и распределение тепла и влаги в течение вегетационного периода, продолжительность периода морозов, условия освещения и другие показатели<sup>9</sup>.

В последние годы ряд коммерческих организаций активно предлагает приобретать павловнию как перспективное хозяйственно ценное и декоративное древесное растение. В связи со сведениями о зимостойкости павловнии войлочной (до -27 °С) значительно возрос интерес к данной древесной культуре среди предпринимателей, озеленителей, садоводов-любителей [8, 9].

*Цель данной работы* — изучение адаптивных возможностей павловнии войлочной в условиях климата г. Ставрополя и перспектив ее дальнейшего использования в хозяйственных целях и озеленении региона.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования являлись растения коллекции Ставропольского ботанического сада им. В.В. Скрипчинского (далее — СБС). Для обзора истории интродукции павловнии использовались архивные данные и отчетная документация. Биометрические промеры растений выполнялись по Н.П. Анучину (1982 г.)<sup>10</sup>. Высоту растений измеряли высотомером SUUNTO PM-5 (Finland). Для проверки лабораторной всхожести павловнии семена помещались на фильтровальную бумагу в чашки Петри. Бумага на дне и крышке увлажнялась кипяченой водой по мере высыхания. Проращивание проводилось при естественном освещении при температуре 20–23 °С. Интегральная оценка перспективности интродукции растений павловнии выполнялась по шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой (1973 г.)<sup>11</sup>, измененной и дополненной М.А. Кольцовой (1983 г.)<sup>12</sup> с уменьшением суммы баллов зимостойкости до 15 и введением показателя засухоустойчивости с семью степенями проявления действия засухи с максимальной суммой баллов — 10. Оборудование и растения генетической коллекции, использованные в работе, входят в перечень научного оборудования Центра коллективного пользования (ЦКП) СБС.

Ставропольский ботанический сад находится на западной окраине г. Ставрополя в верхней части Ставропольской возвышенности. Климат в целом можно охарактеризовать как умеренно континентальный

<sup>1</sup> Список видов рода *Paulownia* [Электронный ресурс]. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Paulowniaceae/Paulownia/>

<sup>2</sup> Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесная промышленность. 1974; 527–529.

<sup>3</sup> Глобальный информационный фонд по биоразнообразию [Электронный ресурс]. <https://www.gbif.org>

<sup>4</sup> Elias T.S. The Complete Trees of North America. New-York. 1980; 877.

<sup>5</sup> Каталог дендрологических коллекций арборетума Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. 1970; 92.

<sup>6</sup> *Paulownia* Sieb. et Zucc. — павловния. Деревья и кустарники Северного Кавказа. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Под ред. А.И. Галушко. Нальчик. 1967; 472–473.

<sup>7</sup> Плотникова Л.С. Интродукция древесных растений Китайско-Японской флористической подобласти в Москве. М.: Наука. 1971; 136.

<sup>8</sup> Отчет о НИР. Ставропольский ботанический сад им. В.В. Скрипчинского. Ставрополь. 1975.

<sup>9</sup> Лапин П.И., Калущий К.К., Калущая О.Н. Интродукция лесных пород. М.: Лесная промышленность. 1979; 23.

<sup>10</sup> Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность. 1982; 552.

<sup>11</sup> Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. Опыт интродукции древесных растений. М.: Главный ботанический сад АН СССР. 1973; 7–67.

<sup>12</sup> Кольцова М.А., Пузанкова Л.В. Оценка жизнеспособности и перспективности растений родов ясеня (*Fraxinus* L.), сирени (*Syringa* L.), форзиции (*Forstythia* Vahl.), ирга (*Amelanchier* Medic.). Воспроизводство, охрана и рациональное использование природных растительных ресурсов: Труды СНИИСХ. Ставрополь. 1983; 67–74.

полусухой с неустойчивым увлажнением. Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова равен 1,1–1,3. Осадков — 500–600 мм в год, из них в период активной вегетации выпадает 350–400 мм. По данным наблюдений метеостанции Ставрополь, зима умеренно мягкая, средняя месячная температура января минус 3,5–4,5 °С, абсолютно минимальная — -32,0 °С [10]. Высота снежного покрова 10–12 см. Продолжительность безморозного периода 180–190 дней. Средняя месячная температура июля +20–22 °С, максимальная — +40–42 °С [10]. В период последних двух десятилетий отмечается заметное повышение средней температуры зимнего и летнего периода. Средние месячные температуры июля и августа за 2001–2020 гг. составили +23,2 °С [11]. Значительная часть территории Ставропольского ботанического сада занята черноземами, подстилающей породой почв являются континентальные глины мощностью 1–8 м, залегающие на поверхности плиты известняка-ракушечника<sup>13</sup>.

Наблюдения за вегетативным и генеративным развитием павловнии войлочной велись с начала интродукции (с 1984 г.) в течение 39 лет. Опыт по вегетативному размножению был поставлен в 1989 г., проверка лабораторной всхожести семян и интегральная оценка перспективности вида проводились в 2016 г. Современная оценка состояния растений в группах, биометрические промеры — в 2021–2023 гг.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Попытка интродуцировать павловнию войлочную в Ставропольском ботаническом саду предпринималась первым куратором коллекции покрытосеменных древесных растений М.А. Кольцовой еще в 1970-х гг. Однако официальной датой начала интродукции следует считать 1984 г.<sup>14</sup> В результате посева семян из нескольких интродукционных центров проросли только два географических образца (табл. 1), что связано с быстрой потерей всхожести семян этого вида и формированием некачественных семян в неблагоприятных погодных условиях.

В настоящее время на территории СБС произрастают несколько групп взрослых экземпляров павловнии различного происхождения. Часть из них высажены на территории дендрария на защищенных (табл. 1, п. 1) и открытых участках (п. 2–4), на центральной территории сада (п. 5–6) и в теннике (п. 7), а также молодые посадки в экспозиционных группах (п. 8–9). Описание биометрических параметров деревьев в вышеуказанных группах представлены в таблице 1.

Согласно проведенным наблюдениям за ростом и развитием павловнии войлочной, в условиях СБС она представляет собой дерево второй и третьей величины, зачастую многоствольное (рис. 1) или порослевый кустарник.

Высота взрослых деревьев составляет от 4,3 до 9,0 м. Диаметр ствола варьирует от 2,7 до 19,5 см. Кора

Таблица 1. Характеристика групп павловнии войлочной в СБС

Table 1. Characteristics of *Paulownia* groups in the SBG

№ п/п	Происхождение образцов в группе	Кол-во растений в группе, шт.	Возраст растений, лет	Жизненная форма	Высота растения, м	Диаметр* ствола, см	Диаметр кроны, м
1.	Франция, г. Кан, ботанический сад	2	39	Д, МД	7,5–9,0	9,0–19,0	4,9–6,3
2.	Франция, г. Кан, ботанический сад	5	39	Д, МД	4,3–6,5	2,7–9,5	3,0–4,5
3.	Великобритания, г. Оксфорд, ботанический сад	1	39	Д	6,0	15,0	6,0
4.	Франция, г. Кан, ботанический сад	2	39	Д, МД	7,0–7,5	16,0–17,0	3,2–4,2
5.	Франция, г. Кан, ботанический сад	4	39	Д, МД	5,0–9,0	5,5–19,5	4,0–7,5
6.	Франция, г. Кан, ботанический сад	1	–	ПК	0,3–0,8	1,0–2,0	–
7.	Семена собственной репродукции	более 50	2	Д, МД	0,7–2,5	1,0–5,0	–
8.	Семена собственной репродукции	2	4	ПК	0,2–0,3	0,7–1,0	–
9.	Частный питомник, Ставрополь	4	5	ПК	0,2–0,3	0,7–1,0	–

Примечание: Д — дерево, МД — многоствольное дерево, ПК — порослевый кустарник; \* диаметр ствола измерялся на высоте 1,3 м, для молодых растений — на уровне почвы.

Рис. 1. Павловния войлочная в СБС: А — в дендрарии, август 2022 г.; Б — на центральной территории, ноябрь 2022 г. Фото Е.Н. Грищенко

Fig. 1. *Paulownia tomentosa* in the SBG: А — in the arboretum, August 2022; Б — in the central territory, November 2022. Photo by E.N. Grishchenko



А

Б

тонкая, светлая, серовато-коричневая, у возрастных деревьев снизу трещиноватая, молодые побеги внутри полые. Прирост годичных побегов достигает 120 см. Листья крупные, светло-зеленые, опушенные, цельные (или трехлопастные) длиной 15–20 см, на порослевых побегах — до 50 см, распускаются в мае, опадают при первых заморозках в октябре-ноябре.

Цветочные почки начинают формироваться в конце лета, и к сентябрю формируется обособленное соцветие длиной до 15 см. Цветение наступает в мае-июне следующего года после перезимовки. Цветки сиреневые с колокольчатым венчиком, собраны в метелки до 25 см длиной. Первое цветение павловнии в СБС было отмечено 09.06.2009 у образца из г. Кан, растущего в защищенном месте, в возрасте 25 лет (рис. 2). Второе

<sup>13</sup> Система ведения сельского хозяйства Ставропольского края. Ставрополь. 1980; 495.

<sup>14</sup> Пополнить генетические коллекции древесных, травянистых, тропических и субтропических растений, хозяйственно значимых для Северо-Кавказского региона: отчет о НИР. Ставропольский ботанический сад им. В.В. Скрипчинского. Ставрополь. 2016; 37–38.

**Рис. 2.** Соцветие и верхушки молодых побегов павлонии войлочной (июнь 2009 г.). Фото А.Ф. Кольцова

**Fig. 2.** Inflorescence and tops of young shoots of *P. tomentosa* (June 2009) Photo by A.F. Koltsov



цветение у этого дерева наступило 03.06.2011. В 2013 году, в возрасте 29 лет, отмечено цветение (11 мая) и плодоношение всех образцов.

Семена павлонии войлочной мелкие, собраны в сухие коробочки, созревают в сентябре. После рассеивания семян пустые коробочки зачастую остаются на деревьях в течение следующего года (рис. 3).

Размеры растений и их географическое происхождение не влияют на срок наступления плодоношения при выращивании на открытых местах. В 2016 году была проверена лабораторная всхожесть семян павлонии. Через два месяца после сбора семян в ноябре и хранения при 20 °С всхожесть составила 10%.

В 2018 году был найден один самосев высотой 0,8 м под крупным кустом лещины в 30 м от наиболее высокого (9 м) дерева из г. Кан, растущего в защищенном месте.

Помимо семенного размножения, для павлонии отмечено и вегетативное. При пересадке молодых растений из школы на четвертый год выяснилось, что павлония может размножаться корнеотпрысками, число которых достигает более 10 на 1 м<sup>2</sup> после дискования участка. Корнеотпрыски образовывались из спящих почек на корнях, за вегетационный период вырастали до 0,7 м, но одревесневали только у оснований побегов.

В июле 1989 г. проводилось размножение павлонии полуодревесневшими черенками в укрытии из полиэтиленовой пленки в субстрате из карьерного песка. Возраст маточных растений — 5 лет. Листовые пластинки на черенках обрезались наполовину. Полив производился из ручного опрыскивателя. Черенки высаживались по схеме 5 x 15 см. Укореняемость составила 80%.

Согласно проведенной многолетней оценке развития павлонии в СБС можно отметить, что в дендрарии лучше росли и развивались растения, высаженные на участки, содержащиеся под паром. Растения, высаженные на защищенных и открытых участках, имеют максимальную высоту (от 6,5 до 9 м). Несмотря на это, для них периодически отмечаются обмерзание молодых побегов, морозобоины на стволах (рис. 4), цветение и плодоношение не ежегодное.

Молодые растения, высаженные на маломощных каменистых почвах, при недостатке влаги и без укрытия на зиму ежегодно обмерзают до уровня почвы. На

**Рис. 3.** Ветвь павлонии войлочной с созревающими и прошлогодними пустыми коробочками (август 2022 г.). Фото Е.Н. Грищенко

**Fig. 3.** A branch of *P. tomentosa* with ripening and last year's empty fruits (August 2022). Photo by E.N. Grishchenko



**Рис. 4.** Повреждения стволов павлонии в результате обмерзания. Фото Е.Н. Грищенко

**Fig. 4.** Damage to *Paulownia* tree as a result of freezing. Photo by E.N. Grishchenko



**Рис. 5.** Посадки павлонии войлочной 2-летнего возраста в условиях регулярного полива, притенения и зимнего укрытия (август 2023 г.). А — растение, Б — лист крупным планом. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 5.** Planting of *Paulownia tomentosa* of 2 years of age in conditions of regular watering, shading and winter shelter (August 2023). А — plant, В — leaf close-up. Photo by N.V. Shchegrinets



защищенном участке с регулярным поливом и зимним укрытием саженцы павлонии ко второму году имеют высоту до 2,5 м и диаметр одревесневших побегов до 5 см (рис. 5).

Таблица 2. Сравнительная характеристика показателей роста и развития павлонии войлочной в разных пунктах интродукции  
Table 2. Comparative characteristics of the indicators of growth and development of *Paulownia tomentosa* in different points of introduction

Пункт интродукции		Зона морозостойкости USDA*	Жизненная форма	Возраст, лет	Высота растения, м	Диаметр ствола, см	Цветение/плодоношение
Китай	районы ниже 1800 м н. у. м.	6–10	дерево	до 125	до 32,0	до 200,0	+/+
Грузия	Батуми <sup>15</sup>	8	дерево	72	18,2	41,5	+/+
Россия	Адлер (Красная Поляна) <sup>16</sup>	9	дерево	25	22	16	+/+
	Адлер (нижняя зона)	9	дерево	10	12	15	+/+
	Ялта <sup>17</sup>	8	дерево	14–94	12,0–17,0	68,0	+/+
	Ставрополь	6	дерево, порослев. кустарник	3–38	0,2–9,0	0,7–19,5	+/+
	Москва <sup>18</sup>	5	полукустарник	3	0,2	–	–/–

Примечание: \* зоны морозостойкости приводятся в соответствии с классификацией Департамента сельского хозяйства США (United States Department of Agriculture, USDA)<sup>19, 20</sup>, в основе которой лежит расчет средних значений абсолютных минимальных температур за последние 30 лет (в °C): 5 — от -28,8 до -23,4; 6 — от -23,3 до -17,8; 7 — от -17,7 до -12,3; 8 — от -12,2 до -6,7; 9 — от -6,7 до -1,1; 10 — от -1,1 до 4,4.

Интегральная оценка перспективности интродукции, проведенная в 2016 году, показала, что павлония войлочная в природных условиях СБС относится ко II группе перспективности — менее перспективным видам. Однако способность отрастать после обмерзания, легкость размножения корнеотпрысками и высокая декоративность (крупные листья на порослевых побегах, ароматные цветки) позволяют применять это растение в таких элементах садовой архитектуры, как солитеры и небольшие группы.

Показатели, полученные в СБС, и сведения, имеющиеся на данный момент в научной литературе, позволяют дать сравнительную характеристику адаптивных возможностей павлонии войлочной в некоторых местах интродукции на территории России и ближнего зарубежья и на родине (в Китае) [4, 12] (табл. 2).

Согласно данным, представленным для сравнения в таблице 2, павлония войлочная может выращиваться в условиях г. Ставрополя, однако ее параметры (высота и диаметр ствола) значительно отстают от таковых в зоне естественного распространения и в более южных регионах.

### Выводы/Conclusions

Павлония войлочная выращивается на территории СБС в течение почти 40 лет. За этот период удалось

выявить ряд факторов, ограничивающих ее развитие в условиях климата г. Ставрополя.

Так как павлония войлочная относится к видам тепло умеренного климата и отчасти субтропического, то в местных условиях входит в феногруппу поздно начинающих и заканчивающих вегетацию. Обычно обмерзает треть длины годичного побега, изредка бывают морозобоины ствола. Частота обмерзания бутонов снижается из-за потепления климата. Даже в форме высокого кустарника павлония декоративна своими крупными листьями и пригодна для выращивания на биомассу в энергетических культурах в поймах южных рек, потому что, в отличие от ивовых, не повреждается вредителями и болезнями.

Учитывая все перечисленные факторы и согласно проведенной интегральной оценке, павлония войлочная относится к группе менее перспективных видов в условиях г. Ставрополя. При выращивании павлонии сеянцами следует обеспечивать им зимнее укрытие, а в летний период — достаточное увлажнение и притенение, в дальнейшем высаживать в защищенных от ветра местах со средним или высоким увлажнением, но не заболоченных и не засоленных. Для озеленения павлонию войлочную можно применять в таких элементах садовой архитектуры, как солитеры и небольшие группы.

<sup>15</sup> Деревья и кустарники Батумского ботанического сада / Отв. ред. Н.М. Шарашидзе. Тбилиси: Мецниереба. 1987; 232.

<sup>16</sup> Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесная промышленность. 1974; 527–529.

<sup>17</sup> Каталог дендрологических коллекций арборетума Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. 1970; 92.

<sup>18</sup> Плотникова Л.С. Интродукция древесных растений китайско-японской флористической подобласти в Москве. М.: Наука. 1971; 136.

<sup>19</sup> Del Tredici P. The New USDA Plant Hardiness Zone Map. *Arnoledia*. 1990; 50(3): 16–20 [Электронный ресурс]. [https://www.researchgate.net/publication/265179707\\_USDA\\_plant\\_hardiness\\_zone\\_map](https://www.researchgate.net/publication/265179707_USDA_plant_hardiness_zone_map)

<sup>20</sup> USDA Plant Hardiness Zone Map [Электронный ресурс] <https://planthardiness.ars.usda.gov>

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 в рамках государственного задания НИР «Пополнить генетические коллекции растений, изучить и создать новые генотипы, сорта и гибриды плодовых, декоративных культур и шелковицы с комплексом хозяйственно ценных и декоративных признаков, сочетающих высокую адаптивность, технологичность и продуктивность, пригодных для разработки интенсивных, ресурсо- и энергосберегающих технологий» (FNMU-2022-0014).

### FUNDING

The materials were prepared as part of the state task of research "To replenish the genetic collections of plants, to discover and create new genotypes, flavors and hybrids of fruit, ornamental crops and mulberries according to a complex of economically valuable and decorative traits that combine high susceptibility, manufacturability and productivity, suitable for the development of intensive, resource- and energy-saving technologies" (FNMU-2022-0014).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Icka P., Damo R., Icka E. *Paulownia tomentosa*, a Fast Growing Timber. *Annals of "Valahia" University of Targoviste. Agriculture*. 2016; 10(1): 14–19. <https://doi.org/10.1515/agr-2016-0003>
- Sinchenko V.M., Bondar V.S., Gumentyk M.Ya., Pastukh Yu.A. Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(1): 85–89. [https://doi.org/10.15421/2020\\_13](https://doi.org/10.15421/2020_13)

### REFERENCES

- Icka P., Damo R., Icka E. *Paulownia tomentosa*, a Fast Growing Timber. *Annals of "Valahia" University of Targoviste. Agriculture*. 2016; 10(1): 14–19. <https://doi.org/10.1515/agr-2016-0003>
- Sinchenko V.M., Bondar V.S., Gumentyk M.Ya., Pastukh Yu.A. Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(1): 85–89. [https://doi.org/10.15421/2020\\_13](https://doi.org/10.15421/2020_13)

3. Kadlec J., Novosadová K., Pokorný R. Impact of Different Pruning Practices on Height Growth of Paulownia Clon in Vitro 112<sup>®</sup>. *Forests*. 2022; 13(2): 317. <https://doi.org/10.3390/f13020317>
4. Owfi R.E. Ecophysiological study of *Paulownia tomentosa*. *International Journal of Current Research*. 2017; 9(12): 63582–63591.
5. Толстикова Т.Н., Еднич Е.М., Куашева Д.А. Древесные растения Майкопа: инвентаризация, анализ, оценка перспективности использования в озеленении. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки*. 2013; (1): 33–39. <https://www.elibrary.ru/reseor>
6. Тыщенко Е.Л., Якуба Ю.Ф. Хозяйственно-биологический потенциал павлонии войлочной (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend.) на юге России. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2016; 58: 67–74. <https://www.elibrary.ru/wmfrwz>
7. Егосин А.В. Моделирование пространственного распределения чужеродных видов растений с использованием данных дистанционного зондирования на примере *Paulownia tomentosa*. *Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология*. 2020; (1): 39–47. <https://doi.org/10.17308/geo.2020.1/2660>
8. Темиров Ж.Г., Собиоров М.К., Хасанова М.А. Выращивание саженцев павлонии (*Paulownia*). *Актуальные проблемы современной науки*. 2020; (3): 93–96. <https://www.elibrary.ru/xoazfe>
9. Сапаргелдиев Б.А., Хатджиева О.К., Бадыева Д.Б., Дурдыев Б.К. Павлония и ее роль в развитии экономики страны. *Матрица научного познания*. 2023; (5–1): 223–227. <https://www.elibrary.ru/aorbgf>
10. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: *Краевые сети связи*. 2007; 270. ISBN 978-5-91228-012-2 <https://www.elibrary.ru/qkglcj>
11. Волкова В.И., Бадахова Г.Х., Кравченко Н.А., Каплан Г.Л. Динамика и современный температурный режим календарного лета на Ставропольской возвышенности. *Наука. Инновации. Технологии*. 2020; (4): 149–160. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2020.4.11>
12. *Scrophulariaceae*. Wu Z.Y., Raven P.H. (eds.). *Flora of China*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 1998; 18: 1–212.
3. Kadlec J., Novosadová K., Pokorný R. Impact of Different Pruning Practices on Height Growth of Paulownia Clon in Vitro 112<sup>®</sup>. *Forests*. 2022; 13(2): 317. <https://doi.org/10.3390/f13020317>
4. Owfi R.E. Ecophysiological study of *Paulownia tomentosa*. *International Journal of Current Research*. 2017; 9(12): 63582–63591.
5. Tolstikova T.N., Ednich E.M., Kuasheva D.A. Woody plants of Maikop: inventory, analysis and assessment of prospects of their use in gardening. *Bulletin Adyghe State University. Series: Natural-mathematical and technical sciences*. 2013; (1): 33–39 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/reseor>
6. Tyshchenko Ye.L., Yakuba Yu.F. Economic and biological potential of Paulownia (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend.) in the South of Russia. *Subtropical and ornamental horticulture*. 2016; 58: 67–74 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wmfrwz>
7. Egoshin A.V. Modeling of Spatial Distribution of Alien Species of Plants Using Remote Sensing Data on the Example of *Paulownia tomentosa*. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2020; (1): 39–47 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geo.2020.1/2660>
8. Temirov Zh.G., Sobirov M.K., Khasanova M.A. Cultivation of Paulownia seedlings (*Paulownia*). *Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki*. 2020; (3): 93–96 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xoazfe>
9. Sapargeldiev B.A., Khatdjieva O.K., Badyrova D.B., Durdyev B.K. Paulownia and its role in the development of the country's economy. *Matritsa nauchnogo poznaniya*. 2023; (5-1): 223–227 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/aorbgf>
10. Badakhova G.Kh., Knutas A.V. Stavropol Territory: modern climatic conditions. Stavropol: *Regional Communication Networks*. 2007; 270 (in Russian). ISBN 978-5-91228-012-2 <https://www.elibrary.ru/qkglcj>
11. Volkova V.I., Badakhova G.Kh., Kravchenko N.A., Kaplan G.L. Dynamics and modern temperature regime of calendar summer over Stavropol height. *Science. Innovations. Technologies*. 2020; (4): 149–160 (in Russian). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2020.4.11>
12. *Scrophulariaceae*. Wu Z.Y., Raven P.H. (eds.). *Flora of China*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 1998; 18: 1–212.

#### ОБ АВТОРАХ

##### Владимир Иванович Кожевников

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
директор филиала «Ставропольский ботанический сад  
им. В.В. Скрипчинского»  
bot.sad@fnac.center  
<https://orcid.org/0009-0002-9924-2538>

##### Александр Федорович Кольцов

старший научный сотрудник  
koalfed@ya.ru

##### Евгения Николаевна Грищенко

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
en.gri@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9541-1106>

##### Наталья Викторовна Щегринетц

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
aster22@list.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-8343-7423>

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,  
ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241,  
Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Vladimir Ivanovich Kozhevnikov

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Director of the Stavropol Botanical Garden named  
after V.V. Skripchinsky branch  
bot.sad@fnac.center  
<https://orcid.org/0009-0002-9924-2538>

##### Alexander Fedorovich Koltsov

Senior Researcher  
koalfed@ya.ru

##### Evgeniya Nikolaevna Grishchenko

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher  
en.gri@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9541-1106>

##### Natalia Viktorovna Shchegrinets

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
aster22@list.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-8343-7423>

North Caucasus Federal Agricultural Research Center,  
49 Nikonov Str., Mikhailovsk, 356241, Stavropol Territory, Russia

УДК 633.112.6; 664.696.9; 663.86

Научный обзор

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116

П.И. Гунькова<sup>1</sup>  
 А.А. Трофимов<sup>1</sup> ✉  
 А.С. Бучилина<sup>1</sup>  
 Н.В. Баракова<sup>1</sup>  
 А.Л. Ишевский<sup>1</sup>  
 Н.Н. Максимюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия

✉ nutrof@vk.com

Поступила в редакцию:

16.02.2024

Одобрена после рецензирования:

10.04.2024

Принята к публикации:

24.04.2024

Review

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116

Polina I. Gunkova<sup>1</sup>  
 Andrey A. Trofimov<sup>1</sup> ✉  
 Alina S. Buchilina<sup>1</sup>  
 Nadezda V. Barakova<sup>1</sup>  
 Aleksander L. Ishevsky<sup>1</sup>  
 Nikolai N. Maksimyuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ITMO University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

✉ nutrof@vk.com

Received by the editorial office:

16.02.2024

Accepted in revised:

10.04.2024

Accepted for publication:

24.04.2024

## Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков

### РЕЗЮМЕ

Согласно аналитическим исследованиям, сегодня наблюдается всплеск интереса к растительным напиткам, альтернативным молочным. Перспективным сырьем является полба, повышение интереса к которой объясняется экологической чистотой, неприхотливостью, пищевой ценностью и функциональными свойствами злака. В статье представлены результаты исследования количества основных нутриентов в зерне полбы сорта Руно, выращенном в 2022 году в Алтайском крае России. Массовая доля белка в нем составила 15,40%, жира — 3,20%, зольности — 1,80%, содержание углеводов равно 69,25%, из них крахмала — 62,80%, в пересчете на сухое вещество. Приведен анализ имеющихся немногочисленных литературных данных о химическом составе и функциональных свойствах полбы (*Triticum dicoccum*). Содержание компонентов в ней варьируется в широком интервале в зависимости от агротехнических и климатических факторов. Диапазон содержания в зерне нутриентов: белков — 8,70–22,90%; липидов — 0,99–3,80%; углеводов — 68,20–83,22%. Злак характеризуется высокой концентрацией незаменимых аминокислот, минеральных веществ, витаминов B, E, каротиноидов и фенольных соединений (их количество показано в статье). Низкий гликемический индекс позволяет рекомендовать полбу диабетикам. Антиоксидантная активность, противодиабетические, гиполипидемические и антиканцерогенные свойства *Triticum dicoccum* обусловлены содержанием в культуре токоферолов, фенольных соединений, каротиноидов, пищевых волокон и других биологически активных компонентов. Благодаря ценному химическому составу и функциональным свойствам зерна полба может быть основой напитков для диетического питания и профилактики сердечно-сосудистых болезней, сахарного диабета, рака и др.

**Ключевые слова:** зерно полбы, химический состав полбы, функциональные свойства полбы, альтернативные напитки, функциональные напитки

**Для цитирования:** Гунькова П.И., Трофимов А.А., Бучилина А.С., Баракова Н.В., Ишевский А.Л., Максимюк Н.Н. Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 108–116.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116>

© Гунькова П.И., Трофимов А.А., Бучилина А.С., Баракова Н.В., Ишевский А.Л., Максимюк Н.Н.

## The prospects of emmer as a raw material for alternative drinks

### ABSTRACT

According to analytical studies, today there is a surge in interest in herbal drinks, alternative to dairy. A promising raw material is spelt, the increased interest in which is explained by the ecological purity, unpretentiousness, nutritional value and functional properties of the cereal. The article presents the results of a study of the amount of basic nutrients in spelt grain of the Fleece variety grown in 2022 in the Altai Territory of Russia. The mass fraction of protein in it was 15.40%, fat — 3.20%, ash content — 1.80%, carbohydrate content is 69.25% of which starch is 62.80% in terms of dry matter. The analysis of the few available literature data on the chemical composition and functional properties of spelt *Triticum dicoccum* is presented. The content of the components in it varies in a wide range depending on agrotechnical and climatic factors. The range of nutrients in grain: proteins — 8.70–22.90%; lipids — 0.99–3.80%; carbohydrates — 68.20–83.22%. Cereal is characterized by a high concentration of essential amino acids, minerals, vitamins B, E, carotenoids and phenolic compounds (their amount is shown in the article). The low glycemic index makes it possible to recommend spelt to diabetics. The antioxidant activity, antidiabetic, hypocholesterolemic and anti-carcinogenic properties of *Triticum dicoccum* are due to the content of tocopherols, phenolic compounds, carotenoids, dietary fibers, etc. in culture. biologically active components. Due to the valuable chemical composition and functional properties of the grain, spelt can be the basis of drinks for dietary nutrition. It can also be used for the prevention of cardiovascular diseases, diabetes mellitus, cancer and others.

**Key words:** emmer grain, chemical composition of emmer, functional properties of emmer, alternative drinks, functional drinks

**For citation:** Gunkova P.I., Trofimov A.A., Buchilina A.S., Barakova N.V., Ishevsky A.L., Maksimyuk N.N. The prospects of emmer as a raw material for alternative beverages. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 108–116 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116>

© Gunkova P.I., Trofimov A.A., Buchilina A.S., Barakova N.V., Ishevsky A.L., Maksimyuk N.N.

## Введение/Introduction

В настоящее время в России, как и в мире, наблюдаются тенденции отказа от продукции животного происхождения и, как следствие, всплеск спроса на биологически активные продукты. Аналитики прогнозируют, что рост рынка новых видов продукции к 2029 году составит около 100% по отношению к 2022 году<sup>1</sup>. Среди молочных альтернатив одно из ведущих мест занимают напитки на растительной основе. На международном потребительском рынке представлены такие напитки из бобовых и злаковых культур, орехов и др. [1]. Однако в связи с высокой потребностью населения в функциональных продуктах ассортимент сырья необходимо расширять.

В России важнейшее пищевое сырье — продукция растительного происхождения. Россия обладает природно-климатическими условиями, позволяющими выращивать злаковые культуры распространенных в мире видов, и является одной из ведущих «зерновых держав»<sup>2</sup>. Продукты из злаков на протяжении веков являются традиционной пищей россиян. Для производства молочных альтернатив производители наиболее часто используют овес и рис [2]. Перспективное сырье — полба — древнейшая, экологически чистая, неприхотливая, высокобелковая культура, которая сегодня возрождается на территории нашей страны [3].

Полба или полбяная пшеница — общее название группы полудиких видов — прародителей современной пшеницы, характеризующейся пленчатым зерном. К этой группе относятся полба (*Triticum dicoccum*) и спельта (*Triticum spelta*). Злак начали культивировать около 8000 лет назад. В древности его выращивали на пространной территории от Эфиопии до Закавказья [4]. В Западной Европе полбу возделывали уже в раннем периоде каменного века. В России она известна также с каменного века. Археологические раскопки показали существование полбы в VI–II тысячелетиях до н. э. в южных регионах нашей страны и в I тысячелетии до н. э. в ее северо-западной зоне.

Наибольшее распространение в России культура получила в Поволжье, Северном Кавказе, Закавказье, также она выращивалась в Чуйской долине, в районе Старой Ладogi, под Москвой и др.<sup>3</sup> Спельту с бронзового века возделывали только в Средней Европе — сначала в Германии и Швейцарии [5], затем в Испании, Франции, Италии [6]. В каждой местности полбяную пшеницу именуют по-своему. Злак *Triticum dicoccum* в России называют исконно русским словом «полба» или немецким «эммер», в Татарстане и Башкортостане — борай, в Чувашии — пори, в Азербайджане — пэринч, пяринч, в Армении — аджар, париндж, в Грузии — асли, зандури, ормарцвлиана. В Германии она носит название эммер (emmer), в Италии — фарро (farro). На арабском языке полба называется алас (álas), хушаки (h'uschaki) или колба (kolba). Название «колба» встречается и в Республике Алтай [5]. Спельту (*Triticum spelta*) в Европе, в районах ее произрастания, называют спелта (espelta) или динкель (dinkel). На русском языке специального

обозначения для спельты нет, так как она на территории России не выращивалась, но в отечественной литературе *Triticum spelta* иногда называют полбой настоящей (а *Triticum dicoccum* — полбой обыкновенной) [5, 6].

На Руси *Triticum dicoccum* активно возделывали до середины XIX в., затем культура уступила место более урожайной мягкой пшенице [4, 7–9]. В XXI веке интерес к полбе в России возродился, и сегодня ее начали выращивать в небольшом количестве в Среднем Поволжье, Предуралье, Сибири, Северном Кавказе и др. [7, 10]. Рост интереса к полбе обусловлен его ценными свойствами и химическим составом.

*Цель данной работы* — определение основных компонентов химического состава полбы шелушенной резаной сорта Руно, выращенной в 2022 году в Алтайском крае России, а также обобщение и анализ имеющихся немногочисленных данных о пищевой ценности и функциональных свойствах зерна *Triticum dicoccum* для оценки перспективности его использования в качестве сырья для альтернативных напитков.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект экспериментального исследования — зерно полбы сорта Руно, выращенное в 2022 году в Алтайском крае РФ, соответствует требованиям ТУ 10.61.32–001–52882771–2018<sup>4</sup>.

Работа выполнялась в лабораториях факультета биотехнологий и НОЦ химического инжиниринга и биотехнологий Университета ИТМО (г. Санкт-Петербург, Россия).

Поиск источников научных данных проводился в научных электронных библиотеках и на платформах eLIBRARY.ru, Google Scholar, Web of Science, Scopus, ResearchGate.

Для определения основных компонентов химического состава полбы использовали стандартные методы. Содержание белка определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 10846<sup>5</sup>. Коэффициент перерасчета общего азота в белок — 5,7. Содержание жира контролировали по ГОСТ 29033<sup>6</sup>. Влажность определяли методом высушивания измельченной крупы по ГОСТ 26312.7–88<sup>7</sup>.

Содержание крахмала в исследуемом образце исследовали поляриметрическим методом по ГОСТ 10845<sup>8</sup>.

Зольность полбы определяли по ГОСТ 26312.5–84<sup>9</sup> путем сжигания размолотого зерна с последующим определением массы несгораемого остатка. Общее содержание углеводов *C* (в %) рассчитывали по формуле:

$$C = 100 \% - (B + Z + Ж + Б),$$

где: *B* — влажность полбы, %; *Z* — массовая доля золы, %; *Ж* — содержание жира, %; *Б* — содержание белка в полбе, %.

Эксперименты проводили в трехкратной повторности. Статистический анализ полученных экспериментальных результатов проводили с применением Microsoft Excel (США).

<sup>1</sup> Plant-based Foods Market, Projects Bloomberg Intelligence // Bloomberg. — URL: <https://www.bloomberg.com/company/press/plant-based-foods-market-to-hit-162-billion-in-next-decade-projects-bloomberg-intelligence/> (дата обращения: 29.01.2024).

<sup>2</sup> Агапкин А. М., Махотина И. А. К вопросу о состоянии российского зернового рынка // Международная торговля и торговая политика. 2021; 3(27). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sostoyanii-rossiyskogo-zernovogo-rynka> (дата обращения: 17.01.2024).

<sup>3</sup> Особый злак — перспективы выращивания полбы // АгроБизнес. — URL: <https://www.agbz.ru/articles/zlak-vyrashchivanie-polby/> (дата обращения: 1.02.2024).

<sup>4</sup> ТУ 10.61.32–001–52882771–2018 Крупа из полбы.

<sup>5</sup> ГОСТ 10846–91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

<sup>6</sup> ГОСТ 29033–91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира.

<sup>7</sup> ГОСТ 26312.7–88 Крупа. Метод определения влажности.

<sup>8</sup> ГОСТ 10845–98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала.

<sup>9</sup> ГОСТ 26312.5–84 Крупа. Определение зольности.

**Результаты и обсуждение / Results and discussion**

**Ценные агротехнические свойства полбы.**

Полба не требовательна к природно-климатическим условиям и почве, растет в условиях высокогорья. Она меньше других зерновых культур поражается вредителями и болезнями. Благодаря хорошо развитой корневой системе культура устойчива к засухе и холоду. Ценным свойством злака является скороспелость [4, 6–8, 10, 11]. Созревает раньше, чем, например, пшеница Саратовская, на 8–12 дней, овес Львовский — на 2–3 дня, ячмень Казанский — на 2–5 дней [8, 10].

**Экологическая чистота.** Зерно полбы (в отличие от иных злаков) вследствие имеющейся у него плотной плодовой оболочки, показанной на рисунке 1, ограждено от влияния окружающей среды.

Плотная оболочка надежно защищает зерно полбы от засухи и дождей, от вредителей, болезнетворных микробов и их токсинов, радионуклидов, пестицидов, гербицидов и других загрязнений [7, 8, 11, 13]. Благодаря своему строению полба является единственной генетически неизменившейся с древних времен культурой и может служить хорошим сырьем для экологически чистых продуктов [7, 12, 14].

**Особенности химического состава.** Полба отличается от других видов пшеницы и большинства зерновых культур высоким содержанием и составом белков, липидов, пищевых волокон, витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ [6–11, 13–22]. Содержание основных компонентов в ее зерне, по экспериментальным данным, и в некоторых других видах зерновых, по справочным данным, представлено в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, зерно полбы по сравнению с другими видами зерна отличается наиболее высоким содержанием белка и углеводов и наименьшей влажностью. Отличительной особенностью полбы является равномерное распределение нутриентов по всему зерну полбы, поэтому при помоле все питательные вещества почти без потерь переходят в муку [8, 10, 13]. Количество компонентов в зерне полбы изменяется в широком диапазоне в зависимости от сорта, географической зоны выращивания, погодных условий и способа обработки растений [3, 5, 7–10, 12, 16, 21, 22].

**Белки.** Высокое содержание, состав и биологическая ценность белков особенно важны при подборе растительного сырья для альтернативных молочных напитков. Количество белков в зерне полбы, по данным разных авторов, составляет от 8,7 до 22,9% [3, 7–10, 15, 18, 19, 21–24]. Содержание белка в полбе сорта Волжская — 13,6% [8], сорта Гремме — 12–18% [7, 12, 15, 17], сорта Алькоран — 18% [7], а в зерне сорта Руно оно может быть от 13,0 до 19,5% [3, 7, 12, 25]. В зерне полбы местных сортов, выращенных в Южной Италии, количество белка 20,6–21,9%, а у произведенных на юге Словацкой Республики — от 13,26 до 14,17% [21]. Прохладная погода и сильное орошение в вегетационный период приводят к понижению концентрации белка в зерне, а сухая погода, наоборот, способствует повышению количества белка [5].

Биологическая ценность белка полбы определяется высоким содержанием в нем незаменимых аминокислот и хорошей перевариваемостью. Количество незаменимых аминокислот в белке зерна полбы составляет 29,70–34,42%, а заменимых — 65,58–70,30% [3, 8].

Содержание аминокислот в белке полбы некоторых сортов представлено в таблице 2.

**Рис. 1.** Схема строения зерна полбы (по Y. Sahin и др. с изм.)

**Fig. 1.** The scheme of the structure of the emmer grain (by Y. Sahin et al. with changes)



**Таблица 1.** Среднее содержание основных компонентов в зерне полбы и некоторых зерновых  
**Table 1.** The average content of the main components in emmer grain and some cereals

Компонент	Содержание в зерне, %				
	полба*	овес <sup>10</sup>	рис <sup>10</sup>	гречиха <sup>10</sup>	пшеница <sup>10</sup>
Белки	15,40	10,0	7,50	10,80	13,00
Жиры	3,20	6,20	2,60	3,20	2,50
Углеводы, в том числе крахмал	69,25	55,10	62,30	56,00	57,50
Зола	1,85	3,20	3,90	2,00	1,70
Влажность	10,30	13,50	14,00	14,00	14,00

Примечание: \* по результатам данных исследований. Результат указан с расширенной неопределенностью U (при доверительной вероятности p = 0,95 и коэффициенте охвата k = 2).

**Таблица 2.** Аминокислотный состав белка полбы некоторых сортов  
**Table 2.** Amino acid composition of emmer protein of some varieties

Аминокислота	Содержание в зерне, г /100 г		
	сорт Гремме*	сорт Волжская**	сорт Приозерская***
<b>Незаменимые аминокислоты:</b>			
валин	0,660	0,850	0,854
изолейцин	0,540	0,650	0,657
лейцин	1,160	1,200	1,203
лизин	0,480	0,520	0,517
метионин + цистеин	0,640	0,675	0,674
треонин	0,500	0,470	0,469
триптофан	0,390	0,140	0,141
фенилаланин	0,850	1,000	0,997
<b>Заменимые аминокислоты:</b>			
аланин	0,600	0,600	0,605
аргинин	0,700	0,720	0,718
аспарагиновая кислота	0,930	0,950	0,947
гистидин	–	0,360	0,359
глицин	0,630	0,650	0,644
глутаминовая кислота	5,780	3,85	3,85
пролин	–	2,390	2,368
серин	0,920	0,470	0,471
тирозин	0,500	0,530	0,528

Примечание: \* По [18], \*\* по [27], \*\*\* по [26].

Как видно из таблицы 2, в полбяном белке представлены в большом количестве все незаменимые аминокислоты. Скоры валина, лейцина, изолейцина, метионина с цистеином выше 90%, что близко к «идеальному белку» [8]. Лимитирующими аминокислотами являются лизин и треонин [3, 8, 18, 23], их скоры составляют, соответственно, 0,53% и 0,66% [8]. Однако содержание лизина в белке полбы примерно на 4% выше, чем в белке пшеницы [8, 23].

Белки полбы характеризуются высокой перевариваемостью, которая *in vitro* составляет 72–81%, что превосходит белки пшеницы [22, 23].

<sup>10</sup> Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: Справочник. М.: ДеЛи плюс, 2012; 284.



Содержание в зерне полбы фракций альбумина и глобулина составляет около 30–39%, на фракцию глиадина приходится около 37%, глютеина — примерно 29% от общего количества белка [21]. В муке из зерна сорта Волжская доля альбумина составляет 39,28%, глобулина — 23,45%, глиадина — 28,74%, а доля глютеина в нем составляет 8,53% от белкового азота [8].

Высокое содержание фракций альбумина и глобулина способствует хорошей усвояемости полбяного белка. Низкая (по сравнению с пшеницей) концентрация провоцирующего целиакию глиадина в белке [8], отсутствие или малое количество токсичных компонентов в его  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фракциях и даже полное отсутствие болезнетворных фракций в глиадине ряда сортов полбы [22] обуславливают перспективность использования зерна полбы в качестве сырья для продуктов диетического питания.

**Липиды.** Содержание липидов в зерне полбы колеблется от 0,99 до 3,8% [21–23, 28]. Оно понижается в случае высокой температуры воздуха и недостаточного количества осадков в вегетационный период. Компоненты липидов находятся в полбе как в свободном, так и в связанном с другими соединениями (белком, крахмалом и др.) виде [21].

Полбяной жир представляет собой смесь ацилглицеридов, в котором в зависимости от сорта содержание моноглицеридов составляет 0,30–0,50%, диглицеридов — 0,27–0,31%, а количество триглицеридов находится в диапазоне 73,80–74,00% [23]. В составе ацилглицеридов преобладают полиненасыщенные жирные кислоты — около 65%.

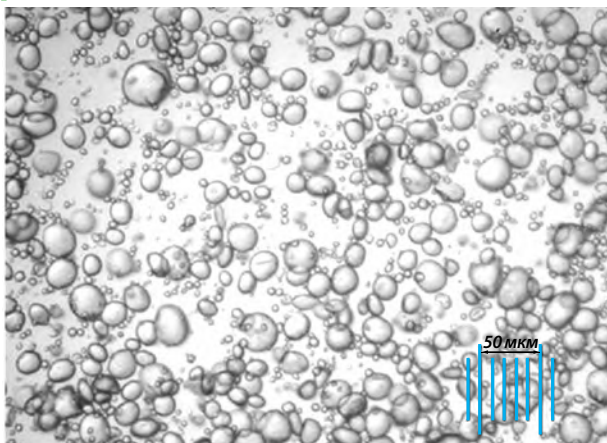
Содержание мононенасыщенных кислот в жире полбы составляет примерно 16%. На насыщенные жирные кислоты приходится около 19% [28]. Среди полиненасыщенных кислот преобладают линолевая  $C_{18:2}$ ,  $\omega$ -6 (54,0–61,9%) и линоленовая  $C_{18:3}$ ,  $\omega$ -3 (2,0–3,9%), мононенасыщенные кислоты представлены в основном олеиновой кислотой  $C_{18:1}$  (15,2–23,1%). Из насыщенных доминирует пальмитиновая  $C_{16:0}$  (13,6–20,8%), в небольшом количестве имеется стеариновая кислота  $C_{18:0}$  (0,30–1,09%) [28, 29]. Соотношение олеиновой кислоты к пальмитиновой в жире полбы большинства тестируемых сортов около 1 [29].

Среди стероидов в зерне полбы превалирует  $\beta$ -ситостерин, на его долю приходится 2,8–2,9%, что на 0,8–0,9% выше, чем в пшенице [23]. Кроме  $\beta$ -ситостерина в злаке обнаружены кампестерин и стигмастерин [21].

**Углеводы.** Общее содержание углеводов в зерне полбы составляет 68,20–83,22% [15, 22]. Они включают крахмал, пищевые волокна и растворимые сахара.

**Рис. 2.** Микрофотография крахмальных зерен полбы [20]

**Fig. 2.** Micrograph of emmer starch grains [20]



Крахмал является основным углеводом и доминирующим компонентом зерна, на него приходится 48,9–75,0% [8, 16, 20–23]. Наиболее низкие значения, приведенные в работах [22, 23], можно объяснить, вероятно, способом обработки исследуемого зерна. Молекулы крахмала находятся в гранулах (или зернах) разного размера [16, 20]. На фотографии (рис. 2) видно наличие мелких, средних и крупных гранул в полбяном крахмале [20]. Размер гранул колеблется от 10 до 35 мкм, они имеют округлую или овальную форму [20, 26], наиболее крупные гранулы характеризуются чечевицеобразной формой [16]. Зерна крахмала полбы достаточно прочно связаны с белковой матрицей [26].

Форма и размер крахмальных гранул оказывают значительное влияние на температуру клейстеризации крахмала. С увеличением размера гранул начальная температура клейстеризации и температура максимальной вязкости клейстера понижаются, а сама максимальная вязкость клейстера повышается [20].

Крахмал состоит из амилозы и амилопектина, строение которых показано на рисунке 3.

Молекулы амилозы являются линейными, они состоят из остатков глюкозы, связанных  $\alpha$ -(1-4) связями. Молекулы амилопектина сильно разветвлены, в основной и боковых их цепях остатки глюкозы связаны  $\alpha$ -(1-4) связями, боковые цепи связаны с основной  $\alpha$ -(1-6) связями, а отходят от нее через каждые 24–30 глюкозных остатков. Молекулы амилопектина, несмотря на их сильную разветвленность, более компактны по сравнению с амилозой, а значит, и более устойчивы к гидролитическим ферментам в процессе пищеварения. При ферментативном гидролизе под действием  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы амилоза в основном расщепляется до мальтозы, а из амилопектина образуется около 60% мальтозы и 40% декстрина [16].

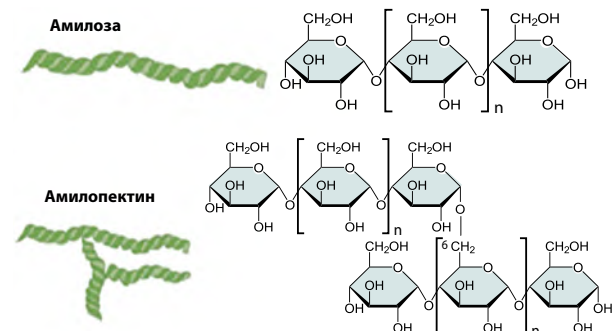
В крахмале полбы определены невысокое содержание амилозы и повышенное количество амилопектина [16, 20, 22]. Содержание амилозы в нем варьирует от 19,4 до 26,3% [20, 22]. По результатам [20] концентрация в полбе амилозы составляет 23,3%, а амилопектина 76,7%.

Соотношение фракций амилозы и амилопектина в крахмале, так же как и размер зерен, влияет на реологические свойства клейстера. Зерна с высоким количеством амилопектина и крупного размера медленнее набухают и клейстеризуются [16, 22]. Повышенное количество амилопектина в крахмале полбы обуславливает преобладание в нем упорядоченной плотной кристаллической структуры над аморфной и, следовательно, его высокую устойчивость к перевариванию.

Характерной особенностью полбяного крахмала является его невысокая усвояемость. Медленно

**Рис. 3.** Структура молекул амилозы и амилопектина [16]

**Fig. 3.** The structure of amylose and amylopectin molecules [16]



усваиваемый крахмал составляет около половины, а резистентный — примерно пятую часть от общего содержания крахмала в полбе [22].

Одна из отличительных черт полбы — высокое количество в ней пищевых волокон. Содержание пищевых волокон в зерне и цельносмолотой муке полбы выше, чем в пшенице, овсе, рисе, и составляет, по данным различных исследователей, от 7,2 до 20,7% сухого вещества [16, 19, 21, 22]. В составе пищевых волокон полбы различают арабиноксилан,  $\beta$ -глюкан, глюкоманнан, целлюлозу, лигнин. Компоненты неодинаково распределены по полбяному зерну. Плодовая оболочка зерна богата лигнином, арабиноксиланом и целлюлозой. Клетки алейрона, кроме лигнина, арабиноксилана и целлюлозы, включают  $\beta$ -глюкан и глюкоманнан [21, 22]. Количество компонентов пищевых волокон в полбе, по данным [22], представлено в таблице 3.

Все компоненты пищевых волокон полбы оказывают положительное физиологическое воздействие на организм человека [21, 22].

Общее количество сахаров в полбе, по данным разных авторов, 2,39–5,82% [8, 23]. Среди них преобладает мальтоза, на которую приходится около 2% [26].

Кроме перечисленных углеводов, в полбе обнаружены белково-углеводные комплексы — мукополисахариды, способствующие повышению иммунитета человека [30, 31].

**Минеральные вещества.** Зерно полбы является источником многих макро- и микроэлементов [4, 8, 10, 16–19, 23]. Оно богато железом, цинком, марганцем, калием, селеном [6, 16, 18, 19]. При возделывании без использования химических удобрений полба превосходит пшеницу по содержанию минеральных веществ [4, 16]. Содержание основных минеральных веществ в зерне полбы, по данным [16], представлено в таблице 4.

Содержание селена в муке полбы сорта Волжская, по данным [8], составляет 2,5 мкг / 100 г.

**Биологически активные компоненты полбы**

**Витамины**

Полбяное зерно полбы богато витаминами групп В [6–8, 16, 19, 21–23], Е и каротиноидами [16, 19, 21–23].

Злак является важным источником тиамин ( $B_1$ ), рибофлавина ( $B_2$ ), ниацина ( $B_3$ ), пиридоксина ( $B_6$ ) и фолиевой кислоты ( $B_9$ ) [16, 21].

Фолиевая кислота необходима для нормального функционирования кровеносной и иммунной систем человека. Витаминными свойствами обладает не только сама фолиевая кислота, но и ее производные (фолаты). Общее название витамина — фолиевая кислота (фолацин,  $B_9$ ). В ядре полбы наиболее представлен 5-НСО- $H_4$ -фолат [16]. Содержание фолацина в нем составляет 0,69 мг/г сухого веса [16].

Тиамин ( $B_1$ ) входит в состав активной группы ферментов — декарбоксилаз, поэтому играет важную роль в процессах обмена жиров, белков, углеводов. Недостаток витамина вызывает расстройство нервной системы и полиневрит. Количество тиамина в зерне полбы — 0,33 мг / 100 г [21].

Рибофлавин ( $B_2$ ) входит в состав активных групп ряда окислительно-восстановительных ферментов. Его недостаток приводит к нарушению процессов окисления питательных веществ, замедляется рост. В полбяном зерне обнаружено около 0,108 мг / 100 г рибофлавина [21].

Ниацин ( $B_3$ ) необходим для построения дегидрогеназ, его недостаток служит причиной расстройства

**Таблица 3. Содержание основных компонентов пищевых волокон в зерне полбы [22]**

**Table 3. The content of the main components of dietary fiber in emmer grain [22]**

Компонент	Содержание, %
Нерастворимые пищевые волокна	6,91–18,28
Растворимые пищевые волокна	1,20–3,48
Арабиноксилан (всего)	1,40–2,20
Водорастворимый арабиноксилан	0,15–0,55
$\beta$ -глюкан	0,30–0,40
Лигнин	1,95–2,65

**Таблица 4. Содержание основных минеральных веществ в зерне полбы [16]**

**Table 4. The content of major minerals in emmer grain [16]**

Макроэлементы	Содержание, г/кг	Микроэлементы	Содержание, мг/кг
Калий	4,4	Цинк	54
Фосфор	5,1	Железо	49
Сера	1,9	Марганец	24
Магний	1,7	Медь	4,1
Кальций	0,4	Натрий	12

**Таблица 5. Содержание некоторых витаминов группы В в муке полбы сорта Волжская [по 8]**

**Table 5. The content of some В vitamins in Volzhskaya emmer flour [8]**

Витамин	Количество, мг / 100 г	Суточная потребность взрослого человека <sup>11</sup>
Тиамин ( $B_1$ )	0,25	1,50 мг
Рибофлавин ( $B_2$ )	0,08	1,80 мг
Пантатеновая кислота ( $B_5$ )	0,50	5,00 мг
Пиридоксин ( $B_6$ )	0,22	2,00 мг
Фолацин ( $B_9$ )	35,50	400,00 мкг

**Таблица 6. Содержание основных токоферолов в зерне полбы, мкг/г [по 16]**

**Table 6. The content of main tocopherols in emmer grain,  $\mu\text{g/g}$  [16]**

$\alpha$ -токоферол	$\beta$ -токоферол	$\alpha$ -токонитриенол	$\beta$ -токонитриенол
6,11–14,50	3,10–10,86	1,58–7,24	7,81–46,96

нервной системы и пищеварения, заболеваний кожи. Витаминной активностью ниацина обладают никотиновая кислота и ее амид. Никотиновая кислота может синтезироваться в организме человека из триптофана.

Пиридоксин ( $B_6$ ) входит в состав ферментов, катализирующих реакции переаминирования и декарбоксилирования ряда аминокислот.

Витамины группы В необходимы для роста молочнокислых и других пробиотических бактерий, а также дрожжей, входящих в состав стартовых культур ферментированных напитков.

Содержание витаминов группы В в муке полбы сорта Волжская, по данным [8], представлено в таблице 5.

Витамин Е (токоферол) является сильнейшим антиоксидантом, он защищает клеточные мембраны и липопротеины от окислительного повреждения. Необходим для функционирования репродуктивной и сердечно-сосудистой систем, предотвращает образование в сосудах атеросклеротических бляшек, обладает нейропротекторными свойствами. Представляет собой группу жирорастворимых витаминов, включающую токоферолы и токонитриенолы. В организм человека попадает только из растительных продуктов. В зерне полбы витамин Е представлен группой  $\alpha$ -,  $\beta$ -токоферолов и  $\alpha$ -,  $\beta$ -токонитриенолов, среди которых преобладает  $\beta$ -токонитриенол [16]. Содержание основных токоферолов в злаке представлено в табл. 6.

Общее содержание токоферолов в зерне полбы колеблется от 19,7 до 67,92 мкг/г [23]. Суточная физиологическая потребность в витамине Е для взрослых<sup>11</sup> составляет 15 мг ток. экв.

<sup>11</sup> МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

Витамин А активно участвует в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме человека, он повышает сопротивляемость организма к инфекциям, играет важную роль в поддержании здоровья глаз. Провитаминами А являются каротиноиды, представляющие большую группу жирорастворимых соединений. Наибольшей провитаминовой активностью характеризуется  $\beta$ -каротин. В зерне полбы общее количество каротиноидов колеблется от 1,63 до 4,90 мкг/г [22], среди каротиноидов преобладает лютеин, в небольших количествах присутствуют зеаксантин и  $\beta$ -криптоксантин.  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины в полбе обнаружены в незначительном количестве или в виде следов [16, 21, 22]. Содержание каротиноидов в зерне полбы представлено в таблице 7.

Суточная физиологическая потребность в витамине А для взрослых (согласно МР 2.3.1.0253-21) составляет 900 мкг эквивалентов ретинола (1 мкг эквивалентов ретинола равен 12 мкг  $\beta$ -каротина или 24 мкг других каротиноидов).

#### Фенольные соединения

Одна из основных групп биологически активных соединений, присутствующих в пшеничном зерне [16, 22]. В зерне полбы наиболее представлены феруловая, *p*-кумаровая, синрингиновая ванилиновая и *p*-гидроксибензойная кислоты. Содержание основных фенольных кислот в нем представлено в таблице 8.

Как видно в таблице 8, в зерне полбы феруловая кислота преобладает среди фенольных соединений. Ее содержание варьирует от 236,30 до 816,00 мкг/г, по данным [16], и от 323 до 759 мкг/г, по данным [22]. Далее следует *p*-кумаровая кислота, количество которой колеблется от 21,80 до 294,00 мкг/г [16]. Содержание синрингиновой, ванилиновой и *p*-гидроксибензойной кислот находится в диапазоне 1,70–4,10, 2,40–7,80 и 1,10–7,29 мкг/г соответственно [16].

Кроме названных кислот, в зерне полбы обнаружена галловая кислота в количестве 5,19 мг/кг сухого веса, а также рутин (14,6 мг/кг сухого веса) [32] и липофильный полифенол алкилрезорцин, его содержание составило 531–714 (среднее 581) мкг/г сухого веса [16].

Ферментация смеси муки полбы и воды стартовыми культурами приводит к увеличению концентрации биологически активных полифенолов, пептидов и свободных аминокислот [32].

#### Функциональные свойства полбы

Высокое содержание, биологическая ценность и состав белков, липидов, пищевых волокон, устойчивого крахмала, витаминов и фенольных соединений обуславливают антиоксидантные, противодиабетические, холестеринпонижающие, антиканцерогенные, противовоспалительные, антимикробные, иммуномодулирующие свойства зерна полбы и продуктов из него.

**Антиоксидантная активность** полбы связана с наиболее высоким (по сравнению со многими злаками) содержанием в ней витамина Е, фенольных соединений и каротиноидов [16, 22, 23, 32].

Антиоксидантные свойства соединений полбы основаны на их способности захватывать реактивные радикалы в молекулах клеточных мембран или повышать активность антиоксидантных ферментов, предохраняя клетки от разрушения. Антиоксидантная активность характеризуется способностью нейтрализации радикалов или подавления окислительных реакций соединениями.

Все витаминеры Е служат антиоксидантами, но наиболее мощными являются токотриенолы, активность которых растет от  $\alpha$ - к  $\delta$ -форме [16, 21, 33]. В составе витамина Е, находящегося в полбе, преобладает

Таблица 7. Содержание основных каротиноидов в зерне полбы, мкг/г [по 16]

Table 7. The content of the main carotenoids in emmer grain,  $\mu\text{g/g}$  [16]

Лютеин	Зеаксантин	$\beta$ -криптоксантин
0,78–3,97	0,16–0,67	0,09–0,17

Таблица 8. Среднее содержание основных фенольных соединений в зерне полбы, мкг/г [по 16]

Table 8. The average content of the main phenolic compounds in emmer grain,  $\mu\text{g/g}$  [16]

Феруловая кислота	<i>p</i> -кумаровая кислота	Синрингиновая кислота	Ванилиновая кислота	<i>p</i> -гидроксибензойная кислота
617,31	102,89	2,98	4,25	2,44

$\beta$ -токотриенол, вторым по количеству является  $\alpha$ -токотриенол (табл. 6). Отношение «токотриенол — токоферол» в злаке составляет около 3,6, что почти вдвое превышает этот показатель у обычной пшеницы [21, 22].

Каротиноиды полбы как липофильные соединения могут эффективно диффундировать через клеточные мембраны и защищать целостность клеточных мембран от разрушения активными формами кислорода [16].

Эпидемиологические исследования показали, что фенольные соединения полбы являются сильнейшими ингибиторами окисления липопротеинов низкой плотности [22].

**Противодиабетические свойства** пищи определяются скоростью переваривания ее углеводов. Полба относится к продуктам с низким гликемическим индексом (ГИ). Ее гипогликемические свойства полбы обусловлены преобладанием в зерне медленно перевариваемого и резистентного крахмала [22, 23, 32]. Высокий уровень устойчивого к перевариванию крахмала объясняется повышенным количеством в нем амилопектина и преобладанием кристаллической структуры над аморфной [20, 22]. Перевариваемость полбяного крахмала снижают фенольные соединения, содержащиеся в полбе. Они могут приводить к ингибированию всасывания глюкозы в кишечнике или к ее поглощению периферическими тканями [16].

Имеются данные о способности полифенолов полбы ингибировать активность  $\alpha$ -амилазы и  $\alpha$ -глюкозидазы, что приводит к понижению в крови уровня постпрандиальной глюкозы [22]. Кроме этого, уровень переваривания крахмала могут понижать комплексы, образующиеся между ним и жирными кислотами [34]. Понижению уровня глюкозы в крови способствуют и пищевые волокна полбы. По данным [22], арабиноксиланы показывают положительный эффект у людей с диабетом II типа. Продукты из полбы можно употреблять больным диабетом людям [16, 22, 23, 32].

**Гипохолестеринемические свойства** полбы обусловлены возможностью ее компонентов регулировать в организме метаболизм холестерина [8, 16, 22]. Повышенный уровень в плазме крови общего холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) приводит к образованию атеросклеротических бляшек и затем к заболеваниям сердечно-сосудистой системы. Способностью понижать общий уровень холестерина и ЛПНП характеризуются  $\beta$ -ситостерин и другие фитостерины в составе полбы.  $\beta$ -ситостерин благодаря структурному сходству с холестерином блокирует всасывание последнего в тонком кишечнике [16]. Витамин Е и фенольные соединения полбы, защищая липопротеины от окислительного повреждения, предотвращают или снижают образование атеросклеротических бляшек, вызванных холестерином. Фенольные кислоты и

полифенолы также уменьшают повреждения внутренней оболочки сосудов, приводящие к образованию бляшек [16].

Включение в рацион больных диабетом в течение 6 недель продуктов из муки полбы, по данным [22], понижало в крови пациентов уровни общего холестерина (на 11%) и ЛПНП (на 11%). Гипохолестеринемический эффект дают и растворимые пищевые волокна полбы. Выраженные холестеринпонижающие свойства полбы позволяют рекомендовать продукты из нее пациентам, страдающим от повышенного уровня холестерина в крови [22].

Антиканцерогенную активность проявляют пищевые волокна [8, 22], фенолы [16, 32] и каротиноиды полбы [16]. Пищевые волокна, как нерастворимые, так и растворимые, благодаря своим гидрофильным, сорбционным свойствам и неперевариваемости в тонком кишечнике понижают всасываемость слизистой оболочкой кишечника токсичных канцерогенных веществ и способствуют их быстрому выведению из организма.

Быстрое удаление канцерогенных веществ понижает риск развития раковых опухолей. Целлюлоза, арабиноксилан,  $\beta$ -глюкан и лигнин в составе полбы защищают от онкологических заболеваний [16, 22]. Фенолы полбы влияют на метаболиты проканцерогенов, подавляя активность ферментов, участвующих в реакциях их активации. Показано, что полифенолы таким образом могут защищать от рака простаты [16]. Снижению развития рака легких, простаты, пищевода, гортани и глотки способствуют каротиноиды полбы [16]. Фитостерины злака могут играть роль в предотвращении рака толстой кишки [21].

Сообщается, что полифенолы и каротиноиды полбы обладают противомикробным и иммуномодулирующим действием. Высокое содержание лютеина способствует улучшению здоровья глаз, пищевые волокна — похудению за счет усиления перистальтики и расслабления кишечника, а также возникновения чувства сытости [22]. В работе [16] указывается на возможное антитромботическое действие полифенолов полбы вследствие ингибирования активности циклооксидазы, предотвращающей агрегацию тромбоцитов.

Противовоспалительными свойствами обладают токолы полбы, а фолацин участвует в процессах свертывания крови [16].

### Выводы/Conclusions

Полба (*Triticum dicoccum*) характеризуется высокой пищевой ценностью, обусловленной наибольшим (по сравнению со многими зерновыми культурами) содержанием: белка с высокими скором незаменимых аминокислот и усвояемостью; полиненасыщенных жирных кислот; пищевых волокон; железа, цинка, марганца; витаминов E и группы B, каротиноидов и фенольных веществ.

Содержание основных нутриентов в полбе сорта Руно, выращенной в 2022 году в Алтайском крае: белка — 15,40%, жира — 3,20%, углеводов — 69,25%; крахмала — 62,80% в пересчете на сухое вещество.

Содержание компонентов в полбе варьируется в широком диапазоне в зависимости от сорта, условий возделывания культуры и климатических факторов. Согласно литературным данным, диапазон содержания основных компонентов в ней следующий: белков — 8,70–22,90%, липидов — 0,99–3,80%, углеводов — 68,20–83,22%. Полученные экспериментальные результаты согласуются с опубликованными научными данными.

Преобладание медленно перевариваемого и резистентного крахмала определяет низкий GI полбы и возможность ее употребления диабетиками.

Содержание и состав пищевых волокон, витаминов, каротиноидов, фенольных соединений обуславливают антиоксидантную, гипохолестеринемическую, антиканцерогенную, противовоспалительную, противомикробную и иммуномодулирующую активность полбы.

Вследствие ценности химического состава и функциональных свойств зерно полбы может быть основой напитков для диетического питания и профилактики сердечно-сосудистых патологий, сахарного диабета, рака и других болезней.

Использование полбы в качестве сырья для альтернативных напитков с функциональными свойствами позволит расширить их ассортимент и является перспективным.

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

- Nawaz M.A., Tan M., Øiseth S., Buckow R. An Emerging Segment of Functional Legume-Based Beverages: A Review. *Food Reviews International*. 2022; 38(5): 1064–1102. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1762641>
- Fernandes C.G., Sonawane S.K., Arya S.S. Cereal based functional beverages: a review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2021; 8(3): 914–919. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018-19.8.3.914-919>
- Хмелева Е.В. Использование зерна полбы в технологии зернового хлеба повышенной пищевой ценности. *Индустрия питания*. 2023; 8(1): 64–73. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-7>
- Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н., Филиппова Е.А., Козлова Т.А. Полба — перспективная культура для органического земледелия. *Зерновое хозяйство России*. 2018; (4): 6–11. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11>
- Фляксберггер К.А. Пшеницы. Монография. 2-е изд. (испр. и доп.). М.; Л.: *Сельхозгиз*. 1938; 296.
- Темирбекова С.К., Ионов Э.Ф., Ионова Н.Э., Афанасьева Ю.В. Использование древних видов пшеницы для укрепления иммунной системы детского организма. *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2014; (1–2): 46–48. <https://www.elibrary.ru/welarz>
- Zverev S.V., Pankratyeva I.A., Chirkova L.V., Politukha O.V., Vitol I.S., Starichenkov A.A. Исследование свойств полбы. *Хлебопродукты*. 2016; (1): 66–67. <https://www.elibrary.ru/vdgnbz>

### REFERENCES

- Nawaz M.A., Tan M., Øiseth S., Buckow R. An Emerging Segment of Functional Legume-Based Beverages: A Review. *Food Reviews International*. 2022; 38(5): 1064–1102. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1762641>
- Fernandes C.G., Sonawane S.K., Arya S.S. Cereal based functional beverages: a review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2021; 8(3): 914–919. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018-19.8.3.914-919>
- Khmeleva E.V. Spelt Grain Use in the Technology of Grain Bread of Increased Nutritional Value. *Food Industry*. 2023; 8(1): 64–73 (in Russian). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-7>
- Gilev S.D., Tsybalyenko I.N., Kopylov A.N., Filippova E.A., Kozlova T.A. Emmer wheat is a promising grain crop for organic agriculture. *Grain Economy of Russia*. 2018; (4): 6–11 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11>
- Flaksberger K.A. Wheat. Monograph. 2nd ed. (ispr. and add.). M.; L.: *Sel'khogiz*. 1938; 296 (in Russian).
- Temirbekova S.K., Ionov E.F., Ionova N.E., Afanasieva Yu.V. Using of ancient wheat species to strengthen the immune system of children's body. *Agrarian Reporter of South-East*. 2014; (1–2): 46–48 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/welarz>
- Zverev S.V., Pankratyeva I.A., Chirkova L.V., Politukha O.V., Vitol I.S., Starichenkov A.A. Study of the properties of spelled. *Khleboproducty*. 2016; (1): 66–67 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vdgnbz>

8. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2014; 2(2): 75–81. <https://www.elibrary.ru/sechlh>
9. Семерова Е.Б., Чулков В.А. Влияние нормы высева на продуктивность полбы сорта Руно в условиях Среднего Урала. *Молодежь и наука*. 2022; (9): 75–79. <https://www.elibrary.ru/rkrwyd>
10. Юков В.В. Волжская полба и продукты ее переработки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2005; (1): 23–26. <https://www.elibrary.ru/mnmhyb>
11. Муслимов М.Г., Исмаилов А.Б. Полба — ценная зерновая культура. *Зерновое хозяйство России*. 2012; (3): 40–42. <https://elibrary.ru/ozkodx>
12. Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Бондаренко Е.П., Гунько Г.В., Савков Н.Н. Ценная зерновая культура полба. *АПК России*. 2017; 24(3): 649–654. <https://elibrary.ru/zxnbsj>
13. Шнайдер Н.В. Перспективы использования полбяной муки в технологии приготовления печенья овсяного. *Состояние и перспективы развития наилучших доступных технологий специализированных продуктов питания. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2019; 247–249. <https://www.elibrary.ru/twfqvr>
14. Санжаровская Н.С., Сокол Н.В., Шарифуллина Ю.Б. Совершенствование рецептурного состава бисквитного полуфабриката с использованием муки из полбы. *Ползуновский вестник*. 2021; (2): 14–19. <https://www.elibrary.ru/fuuvyx>
15. Кандроков Р.Х., Бегаулов М.Ш., Ткач А.Н., Игонин В.Н., Поречная Е.С. Сравнительная характеристика мукомольных свойств новых сортов зерна пшеницы, тритикале и полбы. *Вестник МГТУ*. 2021; 24(3): 299–305. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305>
16. Şahin Y., Karakas F.P. Chemical Composition of Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), Emmer (*Triticum dicoccum*), and Spelt (*Triticum spelta*). Zencirci N., Ulukan H., Baloch F.S., Mansoor S., Rasheed A. (eds.). *Ancient Wheats*. Cham: Springer. 2022; 119–145. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-07285-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-07285-7_6)
17. Осипова Г.А., Хмелева Е.В. Использование зерна полбы сорта Гремме в макаронном производстве. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023; (1): 190–199. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.378>
18. Темирбекова С.К., Бегаулов М.Ш., Афанасьева Ю.В., Куликов И.М., Ионова Н.Э. Адаптивный потенциал полбы голозерной в условиях второго, третьего и седьмого регионов Российской Федерации. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2020; (1): 34–38. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/1/34-38>
19. Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О. Исследование пищевой ценности макаронных изделий из полбы с растительными добавками. *Индустрия питания*. 2020; 5(2): 61–70. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-2-8>
20. Винокуров А.Ю., Королев Д.Н., Пенкова Ю.В., Андреев Н.Р., Лукин Н.Д., Гольдштейн В.Г. Сравнительный анализ состояния крахмального комплекса зерна полбы и мягкой пшеницы. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2016; (6): 11–16. <https://elibrary.ru/xroit>
21. Čurná V., Lacko-Bartošová M. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccon Schrank*): a Review. *Journal of Central European Agriculture*. 2017; 18(1): 117–134. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.1.1871>
22. Dhanavath S., Prasada Rao U.J.S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccon* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. *Journal of Food Science*. 2017; 82(10): 2243–2250. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13844>
23. Kuznetsova E. et al. Composition, quality characteristics and microstructure of the grain *Triticum dicoccon*. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019; 13(1): 933–940. <https://doi.org/10.5219/1174>
24. Дятлова М.В., Шайкова Т.В., Волкова Е.С. Сортовая агротехника возделывания полбы сорта Псковитянка. *Аграрный научный журнал*. 2023; (3): 27–34. <http://doi.org/10.28983/asj.y2023i3pp27-34>
25. Дорошев В.С., Стружкова Е.А. Полба — актуальность возрождения несправедливо забытой зерновой культуры. *Вестник студенческого научного общества*. 2017; 8(1): 79–81. <https://elibrary.ru/xmiakd>
26. Красильников В.Н., Баженова И.А., Смоленцева А.А. Физико-химические, товароветные и технологические свойства зерна полбы (*Triticum dicoccon Schrank*). *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2005; (1): 37–39. <https://elibrary.ru/yliwov>
27. Чугунова О.В., Крюкова Е.В. Агротехнические свойства полбы как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий. *Научный вестник*. 2015; (3): 90–100. <http://doi.org/10.17117/nv.2015.03.090>
28. Filipović J., Ivkov M., Košutić M., Filipović V. Ratio of omega-6/omega-3 fatty acids of spelt and flaxseed pasta and consumer acceptability. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016; 34(6): 522–528. <https://doi.org/10.17221/384/2015-CJFS>
29. Majewska K., Dąbkowska E., Grabowska E., Tyburski J., Czaplicki S. Composition of fatty acids in dark flour from spelt and common wheat grain grown organically in Poland. *Polish Journal of Natural Sciences*. 2018; 33(1): 75–88.
8. Kryukova E.V., Leiberova N.V., Likhacheva E.I. Study of the chemical composition of emmer wheat flour. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2014; 2(2): 75–81 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sechlh>
9. Semerova E.B., Chulkov V.A. The influence of the seeding rate and application of fertilizers on productivity of spelt variety Fleece in the conditions of the Middle Urals. *Youth and science*. 2022; (9): 75–79 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rkrwyd>
10. Yukov V.V. Volga spelt and products of its processing. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2005; (1): 23–26 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mnmhyb>
11. Muslimov M.G., Ismailov A.B. Spelt as a valuable grain crop. *Grain Economy of Russia*. 2012; (3): 40–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/ozkodx>
12. Tyunin V.A., Shreider E.R., Bondarenko N.P., Gunko G.V., Sovkov N.N. Polba wheat as a valuable cereal crop. *AGRO-industrial complex of Russia*. 2017; 24(3): 649–654 (in Russian). <https://elibrary.ru/zxnbsj>
13. Shneider N.V. Prospects for the use of spelt flour in the technology of making oatmeal cookies. *The state and prospects of development of the best available technologies for specialized food products. Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2019; 247–249 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/twfqvr>
14. Sanzharovskaya N.S., Sokol N.V., Sharifullina Yu.B. The recipe composition improvement of the biscuit semi-finished product with the use of emmer wheat flour. *Polzunovskiy vestnik*. 2021; (2): 14–19 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/fuuvyx>
15. Kandrovok R.H., Begeulov M.Sh., Tkach A.N., Igonin V.N., Porechnaya E.S. New varieties of wheat, triticale and spelt grains: Comparative characteristics of milling properties. *Vestnik of MSTU*. 2021; 24(3): 299–305 (in Russian). <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305>
16. Şahin Y., Karakas F.P. Chemical Composition of Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), Emmer (*Triticum dicoccum*), and Spelt (*Triticum spelta*). Zencirci N., Ulukan H., Baloch F.S., Mansoor S., Rasheed A. (eds.). *Ancient Wheats*. Cham: Springer. 2022; 119–145. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-07285-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-07285-7_6)
17. Osipova G.A., Khmeleva E.V. The Use of Spelt Grain of the Gremme Variety in Pasta Production. *Storage and Processing of Farm Products*. 2023; (1): 190–199 (in Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.378>
18. Temirbekova S.K., Begeulov M.Sh., Afanasieva Yu.V., Kulikov I.M., Ionova N.E. Adaptive capacity of einkorn huskless in the second, third and seventh Russian Federation regions. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2020; (1): 34–38 (in Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/1/34-38>
19. Fazullina O.F., Smirnov S.O. Nutritional Value Research of Spelt Pasta with Vegetable Additives. *Food Industry*. 2020; 5(2): 61–70 (in Russian). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-2-8>
20. Vinokurov A.Yu., Korolev D.N., Penkova Yu.V., Andreev N.R., Lukin N.D., Goldshtein V.G. Comparative analysis of grain spelt's and wheat's starch complex. *Technology and the study of merchandise of innovative foodsuffs*. 2016; (6): 11–16 (in Russian). <https://elibrary.ru/xroit>
21. Čurná V., Lacko-Bartošová M. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccon Schrank*): a Review. *Journal of Central European Agriculture*. 2017; 18(1): 117–134. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.1.1871>
22. Dhanavath S., Prasada Rao U.J.S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccon* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. *Journal of Food Science*. 2017; 82(10): 2243–2250. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13844>
23. Kuznetsova E. et al. Composition, quality characteristics and microstructure of the grain *Triticum dicoccon*. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019; 13(1): 933–940. <https://doi.org/10.5219/1174>
24. Dyatlova M.V., Shaykova T.V., Volkova E.S. Variety agrotechnology for cultivation of spelt varieties Pskovityanka. *Agrarian Scientific Journal*. 2023; (3): 27–34 (in Russian). <http://doi.org/10.28983/asj.y2023i3pp27-34>
25. Doroshev V.S., Struzhkova E.A. Spelt — the relevance of the revival of an unfairly forgotten grain crop. *Vestnik studencheskogo nauchnogo obshchestva*. 2017; 8(1): 79–81 (in Russian). <https://elibrary.ru/xmiakd>
26. Krasilnikov V.N., Bazhenova I.A., Smolentseva A.A. Physico-chemical, commodity and technological properties of spelt grain (*Triticum dicoccon Schrank*). *Storage and Processing of Farm Products*. 2005; (1): 37–39 (in Russian). <https://elibrary.ru/yliwov>
27. Chugunova O.V., Kryukova E.V. Agronomic properties of spelt as unconventional raw materials for production of flour confectionery products. *Nauchnyy vestnik*. 2015; (3): 90–100 (in Russian). <http://doi.org/10.17117/nv.2015.03.090>
28. Filipović J., Ivkov M., Košutić M., Filipović V. Ratio of omega-6/omega-3 fatty acids of spelt and flaxseed pasta and consumer acceptability. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016; 34(6): 522–528. <https://doi.org/10.17221/384/2015-CJFS>
29. Majewska K., Dąbkowska E., Grabowska E., Tyburski J., Czaplicki S. Composition of fatty acids in dark flour from spelt and common wheat grain grown organically in Poland. *Polish Journal of Natural Sciences*. 2018; 33(1): 75–88.

30. Khmeleva E., Berezina N., Khmelev A., Romyantseva V., Kunitsyna T., Rogacheva Yu. Emmer wheat (*Triticum dicoccum* (schr.) schuebl.) in the technology of whole-wheat bread production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 022026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022026>
31. Patrakova I.S., Seregin S.A., Gurinovich G.V., Myshalova O.M., Patshina M.V., Sannikov P.V. Cutlet formulas with spelt and thistle seeds flour balanced by amino acid composition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 022027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022027>
32. Gabriele M., Arouna N., Árvay J., Longo V., Pucci L. Sourdough Fermentation Improves the Antioxidant, Antihypertensive, and Anti-Inflammatory Properties of *Triticum dicoccum*. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(7): 6283. <https://doi.org/10.3390/ijms24076283>
33. Нилова Л.П., Пилипенко Т.В., Потороко И.Ю. Токоферолы и токотриенолы: свойства, функции, природные источники. Аналитический обзор. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2021; 9(1): 68–81. <https://www.elibrary.ru/nqqrqs>
34. Бучилина А.С., Гунькова П.И., Ишевский А.Л., Баракова Н.В., Москвичева Е.В., Фомичева Т.И. Функциональные и пребиотические свойства семян гречихи. *Вестник Международной академии холода*. 2021; (4): 45–52. <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52>

#### ОБ АВТОРАХ

- Полина Исаевна Гунькова<sup>1</sup>**  
кандидат технических наук, доцент  
polinagunkova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9899-6288>
- Андрей Алексеевич Трофимов<sup>1</sup>**  
аспирант  
nutrof@vk.com  
<https://orcid.org/0009-0002-8486-7359>
- Алина Сергеевна Бучилина<sup>1</sup>**  
кандидат технических наук  
alina.buchilina@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4804-047X>
- Надежда Васильевна Баракова<sup>1</sup>**  
кандидат технических наук, доцент  
n.barakova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>
- Александр Леонидович Ишевский<sup>1</sup>**  
доктор технических наук, профессор  
ishev.53@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2065-5242>
- Николай Несторович Максимюк<sup>2</sup>**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
nmm93@yandex.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-6634-7638>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО, Кронверкский пр-т, 49, литера А, Санкт-Петербург, 197101, Россия

<sup>2</sup> Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

30. Khmeleva E., Berezina N., Khmelev A., Romyantseva V., Kunitsyna T., Rogacheva Yu. Emmer wheat (*Triticum dicoccum* (schr.) schuebl.) in the technology of whole-wheat bread production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 022026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022026>
31. Patrakova I.S., Seregin S.A., Gurinovich G.V., Myshalova O.M., Patshina M.V., Sannikov P.V. Cutlet formulas with spelt and thistle seeds flour balanced by amino acid composition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640: 022027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022027>
32. Gabriele M., Arouna N., Árvay J., Longo V., Pucci L. Sourdough Fermentation Improves the Antioxidant, Antihypertensive, and Anti-Inflammatory Properties of *Triticum dicoccum*. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(7): 6283. <https://doi.org/10.3390/ijms24076283>
33. Nilova L.P., Piliipenko T.V., Potoroiko I.Yu. Tocopherols and tokotrienols: properties, functions, natural sources. Analytical review. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2021; 9(1): 68–81 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/nqqrqs>
34. Buchilina A.S., Gunkova P.I., Ishevsky A.L., Barakova N.V., Moskvicheva E.V., Fomicheva T.I. Functional and prebiotic properties of buckwheat. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2021; (4): 45–52 (in Russian). <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2021-20-4-45-52>

#### ABOUT THE AUTHORS

- Polina Isaevna Gunkova<sup>1</sup>**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
polinagunkova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9899-6288>
- Andrey Alekseevich Trofimov<sup>1</sup>**  
Graduate Student  
nutrof@vk.com  
<https://orcid.org/0009-0002-8486-7359>
- Alina Sergeevna Buchilina<sup>1</sup>**  
Candidate of Technical Sciences  
alina.buchilina@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4804-047X>
- Nadezhda Vasilyevna Barakova<sup>1</sup>**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
n.barakova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>
- Alexander Leonidovich Ishevsky<sup>1</sup>**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
ishev.53@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2065-5242>
- Nikolai Nestorovich Maksimyuk<sup>2</sup>**  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
nmm93@yandex.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-6634-7638>

<sup>1</sup> ITMO University, 49, litera A Kronverksky Prospekt, Saint Petersburg, 197101, Russia

<sup>2</sup> Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, 41 Bolshaya St. Petersburg Str., Veliky Novgorod, 173003, Russia

**А.В. Блинов**<sup>1</sup>  
**З.А. Рехман**<sup>1</sup> ✉  
**А.А. Гвозденко**<sup>1</sup>  
**А.Б. Голик**<sup>1</sup>  
**А.А. Нагдалян**<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:  
20.02.2024

Одобрена после рецензирования:  
10.04.2024

Принята к публикации:  
24.04.2024

## Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-117-123

**Andrey V. Blinov**<sup>1</sup>  
**Zafar A. Rehman**<sup>1</sup> ✉  
**Alexey A. Gvozdenko**<sup>1</sup>  
**Alexey B. Golik**<sup>1</sup>  
**Andrey A. Naghdalyan**<sup>1</sup>  
**Maksim B. Rebezov**<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup> North-Caucasus Federal university, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> V.M. Gorbatov Federal Research 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:  
20.02.2024

Accepted in revised:  
10.04.2024

Accepted for publication:  
24.04.2024

## Молочный продукт, обогащенный тройным марганецсодержащим комплексом

### РЕЗЮМЕ

Дефицит микроэлементов является серьезной проблемой на территории России. В данной статье разработали комплекс эссенциального микроэлемента марганца с аскорбиновой кислотой и *L*-изолейцином. Свойства полученного соединения исследовали методами рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии, компьютерного квантово-химического моделирования. Установлено, что комплекс обладает аморфной структурой. В результате моделирования определили оптимальную модель взаимодействия: через карбоксильную группу и  $\alpha$ -аминогруппу *L*-изолейцина и через  $C_2$  и  $C_3$  атомы аскорбиновой кислоты ( $E = -2264,757$  ккал/моль). Данные квантово-химического моделирования подтвердили методом ИК-спектроскопии. Исследовали стабильность комплекса при различных технологических параметрах (pH, температура и время экспозиции). Для этого проводили многофакторный эксперимент с тремя входными параметрами и тремя уровнями варьирования. Показано, что на стабильность тройного комплекса эссенциального микроэлемента марганца с аскорбиновой кислотой и незаменимой аминокислотой *L*-изолейцин значительное влияние оказывают все параметры (pH, температура и время экспозиции). Установлено, что при увеличении pH, температуры и времени экспозиции происходит увеличение  $\Delta Eh$ , что свидетельствует о потере стабильности комплекса и его разрушении. Параметры, при которых наблюдается стабильность образцов, соответствуют наименьшим значениям  $\Delta Eh$ : pH = 3–7,  $t = 25$ –60°,  $\tau = 5$ –15. На следующем этапе проводили обогащение молока полученным соединением в расчете 30% от суточной дозы потребления марганца и исследовали физико-химические параметры молока в зависимости от концентрации разработанного комплекса. Установили, что для обогащения аскорбатизолейцинатом марганца необходимо использовать концентрации 0,005 моль/л и меньше, так как полученные показатели соответствуют стандартам качества, установленным в Российской Федерации. По данным органолептической оценки, значения показателей (запах и вкус) молока, обогащенного аскорбатизолейцинатом марганца, превышают значения показателей контрольного образца (АО «МКС», г. Ставрополь, Россия) и образца, обогащенного неорганической формой железа — сульфатом марганца.

**Ключевые слова:** *L*-изолейцин, аскорбиновая кислота, марганец, молочный продукт, стабильность

**Для цитирования:** Блинов А.В., Рехман З.А., Гвозденко А.А., Голик А.Б., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б. Молочный продукт, обогащенный тройным марганецсодержащим комплексом. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 117–123.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-117-123>

© Блинов А.В., Рехман З.А., Гвозденко А.А., Голик А.Б., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б.

## Dairy product enriched with triple manganese complex

### ABSTRACT

Micronutrient deficiency is a serious problem in Russia. In this article, we developed a complex of the essential microelement manganese with ascorbic acid and *L*-isoleucine. The properties of the resulting compound were studied by X-ray phase analysis, IR spectroscopy, and computer quantum chemical modeling. It was established that the complex has an amorphous structure. As a result of the simulation, the optimal interaction model was determined: through the carboxyl group and  $\alpha$ -amino group of *L*-isoleucine, and through the  $C_2$  and  $C_3$  atoms of ascorbic acid ( $E = -2264.757$  kcal/mol). Quantum chemical modeling data were confirmed by IR spectroscopy. The stability of the complex was studied under various technological parameters (pH, temperature and exposure time). To do this, a multifactorial experiment was carried out with three input parameters and three levels of variation. It has been shown that the stability of the ternary complex of the essential microelement manganese with ascorbic acid and the essential amino acid *L*-isoleucine is significantly influenced by all parameters (pH, temperature and exposure time). It was found that with increasing pH, temperature and exposure time,  $\Delta Eh$  increases, which indicates a loss of stability of the complex and its destruction. The parameters at which the stability of the samples is observed correspond to the lowest values of  $\Delta Eh$ : pH = 3–7,  $t = 25$ –60°,  $\tau = 5$ –15. At the next stage, milk was enriched with the resulting compound at the rate of 30% of the daily dose of manganese consumption and studied the physicochemical parameters of milk depending on the concentration of the developed complex. It was found that for the enrichment of manganese ascorbate isoleucinate it is necessary to use concentrations of 0.005 mol/l or less, since the obtained indicators correspond to the quality standards established in the Russian Federation. According to the organoleptic assessment, the values of the indicators (smell and taste) of milk enriched with manganese ascorbate isoleucinate exceed the values of the indicators of the control sample (JSC MKS, Stavropol, Russia) and the sample enriched with the inorganic form of iron — manganese sulfate.

**Key words:** *L*-isoleucine, ascorbic acid, manganese, dairy product, stability

**For citation:** Blinov A.V., Rehman Z.A., Gvozdenko A.A., Golik A.B., Naghdalyan A.A., Rebezov M.B. Dairy product enriched with triple manganese complex. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 117–123 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-117-123>

© Blinov A.V., Rehman Z.A., Gvozdenko A.A., Golik A.B., Naghdalyan A.A., Rebezov M.B.

### Введение/Introduction

В организме человека происходит большое количество сложных физических и химических процессов, таких как метаболизм углеводов, белков, жиров, внутриклеточные энергетические процессы, рост костной, а также соединительной ткани, свертывание крови [1–3]. Все эти процессы объединяет потребность в наличии различных микронутриентов<sup>1, 2</sup>, таких как *Co*, *Mn*, *Se*, *I*, *Cr* и т. д. [4–8].

На данный момент одна из актуальных проблем — дефицит микроэлементов с высокой биологической доступностью [9], которые отвечают за нормальное функционирование различных процессов в организме человека и обеспечивают защиту организма от негативных факторов окружающей среды, а также предотвращают развитие ряда болезней [10–13]. Недостаток микроэлементов приводит к развитию хронических заболеваний, снижению умственной и физической активности [14–17].

Согласно исследованиям, в почвах средней и южной Сибири наблюдается низкое содержание марганца, из-за чего продукты растительного происхождения имеют дефицит *Mn* [18, 19]. Одна из ключевых функций марганца — участие в метаболизме инсулина, у людей с сахарным диабетом наблюдается дефицит этого микроэлемента в крови.

Для восполнения дефицита марганца можно скорректировать рацион питания и увеличить количество потребляемой пищи с высоким содержанием марганца, а также включить в рацион биологически активные добавки и витаминно-минеральные комплексы [20].

Другим способом восполнения дефицита марганца является потребление продуктов питания, обогащенных хелатными формами эссенциального микроэлемента марганца. Например, молочные продукты, обогащенные марганецсодержащим комплексом.

Современные исследования показали, что применение в качестве хелаторов эссенциальных микроэлементов органических соединений (аскорбиновая кислота, незаменимые аминокислоты) является эффективным способом повышения усвояемости микроэлементов [21].

*Цель данного исследования* — получение молочного продукта, обогащенного тройным марганецсодержащим комплексом — аскорбатойзолейцинатом марганца.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Синтез и исследование образцов аскорбатойзолейцината марганца проводили на базе кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» в январе 2024 года.

Работу проводили с использованием следующих реактивов: *L*-изолейцин (ч., PanReas Applichem, г. Дармштадт, Германия), аскорбиновая кислота (ч. д. а., «ЛенРеактив», г. Санкт-Петербург), гидроксид бария и сульфат марганца (ч. д. а., «Интерхим», г. Санкт-Петербург).

Для синтеза аскорбатойзолейцината марганца (II) смешивали *L*-изолейцин с аскорбиновой кислотой в

мольном соотношении 1:1. Затем к полученной смеси добавляли гидроксид бария, дистиллированную воду и сульфат марганца (II). Из полученного раствора удаляли сульфат бария центрифугированием при 3000 об/мин в течение 5 мин.

Для изучения функциональных групп в полученных образцах использовали ИК-спектроскопию. Исследование проводили на ИК-спектрометре ФСМ-1201 с преобразованием Фурье (ООО «Инфраспек», г. Санкт-Петербург). Диапазон измерений составлял 400–4400 см<sup>-1</sup>.

Для исследования фазового состава образцы исследовали методом рентгенофазового анализа на рентгеновском дифрактометре *PANalytical Empyrean* (корпорация Spectris, Великобритания).

Компьютерное квантово-химическое моделирование аскорбатойзолейцината марганца проводили в программе *QChem*<sup>3</sup> с использованием молекулярного редактора *IQmol*<sup>4</sup>. Расчет осуществлялся на оборудовании центра обработки данных (Schneider Electric, Франция) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». Расчеты проводили со следующими параметрами: расчет — *Energy*, метод — *HF*, базис — 6-31G, *convergence* — 5, силовое поле — *Chemical*.

Для исследования стабильности аскорбатойзолейцината марганца при различных значениях технологических параметров проводили многофакторный эксперимент, который включал в себя три входных параметра и три уровня варьирования.

В качестве входных параметров рассматривали активную кислотность среды (pH), время перемешивания (τ, мин.), температуру раствора (t, °C).

В качестве выходного параметра выступало изменение значения окислительно-восстановительного потенциала (ΔEh). Значение окислительно-восстановительного потенциала определяли методом редоксиметрии<sup>5</sup>.

Матрица многофакторного эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1. Матрица многофакторного эксперимента

Table 1. Matrix of a multivariate experiment

Опыт 1		Опыт 2		Опыт 3	
pH	3	pH	3	pH	3
t, °C	25	t, °C	60	t, °C	95
τ, мин.	5	τ, мин.	15	τ, мин.	25
Опыт 4		Опыт 5		Опыт 6	
pH	7	pH	7	pH	7
t, °C	25	t, °C	60	t, °C	95
τ, мин.	15	τ, мин.	25	τ, мин.	5
Опыт 7		Опыт 8		Опыт 9	
pH	11	pH	11	pH	11
t, °C	25	t, °C	60	t, °C	95
τ, мин.	25	τ, мин.	5	τ, мин.	15

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы *Statistica 12.0*<sup>6</sup> и пакета прикладных программ *Statistica Neural Networks*<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Food Fortification: Unlocking Essential Nutrition for Mass Impact. — URL: <https://www.graygroupintl.com/blog/food-fortification>

<sup>2</sup> Food Fortification. — URL: <https://www.clearias.com/food-fortification/>

<sup>3</sup> Q-Chem is a comprehensive ab initio quantum chemistry software for accurate predictions of molecular structures, reactivities, and vibrational, electronic and NMR spectra. — URL: <https://www.q-chem.com>

<sup>4</sup> Gilbert A. Introduction to IQmol / A. Gilbert. — URL: <http://iqmol.org/downloads/IQmolUserGuide.pdf>

<sup>5</sup> <https://electrochemistry.ru/methods/titrimetricheskiy-analiz/okislitelno-vosstanovitelnoe-titrovanie/>

<sup>6</sup> <https://statistica.software.informer.com/12.0/>

<sup>7</sup> <https://docs.tibco.com/pub/stat/14.0.0/doc/html/UsersGuide/GUID-F60C241F-CD88-4714-A8C8-1F28473C52EE.html>



Обогащение молока с жирностью 3,2% (АО «МКС», г. Ставрополь, Россия) хелатным комплексом эссенциального микроэлемента марганца с аскорбиновой кислотой и *L*-изолейцином проводили из расчета 30% от суточной нормы потребления марганца (3 мг).

Исследование среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина проводили методом динамического рассеяния света (DLS) на приборе Photocor-Complex (ООО «Антекс-97», Россия). Компьютерную обработку полученных результатов осуществляли с использованием программного обеспечения DynaLS<sup>8</sup>.

Исследование  $\zeta$ -потенциала и электропроводности проводили методом акустической и электроакустической спектроскопии на установке DT-1202 (Dispersion Technology Inc., США). Активную кислотность среды определяли на рН-метре-(иономере) «Эксперт-001» (ООО «Эконикс-Эксперт», Россия).

Титруемую кислотность молока определяли титриметрическим методом согласно ГОСТ 3624<sup>9</sup>. Метод базируется на титровании молока раствором щелочи (гидроксидом натрия или калия) в присутствии индикатора фенолфталеина.

Исследования органолептических свойств проводили в соответствии с ГОСТ 28283<sup>10</sup>.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе полученный образец аскорбатаизолейцината марганца исследовали методом рентгенофазового анализа. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Анализ дифрактограммы показал, что образец комплекса эссенциального микроэлемента с аскорбиновой кислотой и *L*-изолейцином (незаменимой аминокислотой) обладает аморфной структурой. Для исследования процесса взаимодействия *L*-изолейцина, аскорбиновой кислоты и марганца проводили квантово-химическое моделирование, в результате которого получили распределение электронной плотности, значения полной энергии молекулярной системы и абсолютной химической жесткости. Полученные данные представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что энергетически выгодной является молекулярная система комплекса аскорбатаизолейцината марганца, в котором взаимодействие происходит через карбоксильную группу и  $\alpha$ -аминогруппу *L*-изолейцина и через  $C_2$  и  $C_3$  атомы аскорбиновой кислоты. Данная молекулярная система обладает наименьшей энергией ( $E = -2264,757$  ккал/моль).

Стоит отметить, что все варианты взаимодействия обладают значением химической жесткости  $\eta \geq 0,100$  эВ.

Рис. 1. Дифрактограмма аскорбатаизолейцината марганца  
Fig. 1. Diffractogram of manganese ascorbate isoleucinate

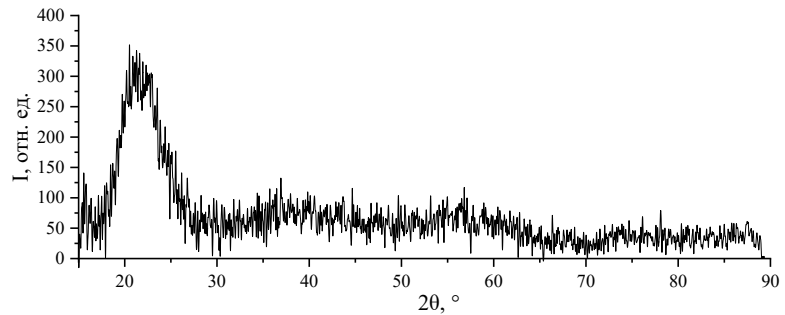


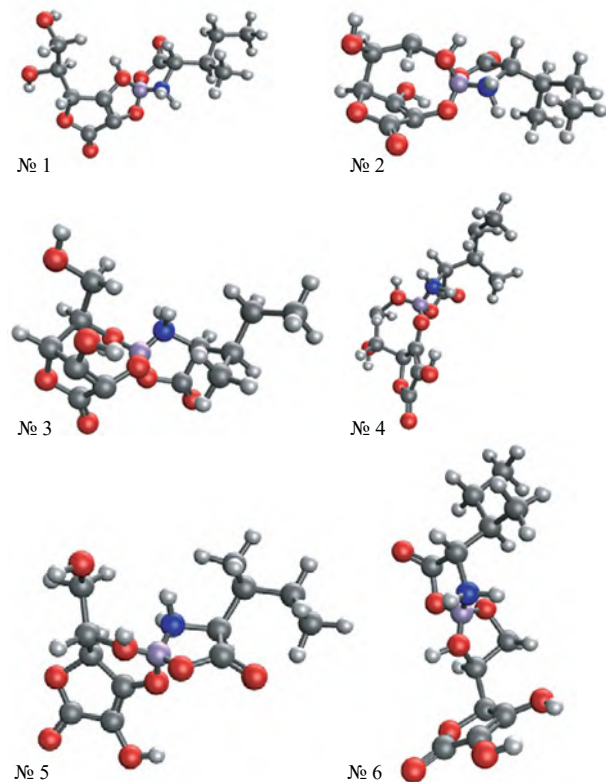
Таблица 2. Результаты квантово-химического моделирования аскорбатаизолейцината марганца

Table 2. Results of quantum chemical modeling of manganese ascorbate isoleucinate

Аминокислота	Взаимодействие с аминокислотой	Взаимодействие с аскорбиновой кислотой	E, ккал/моль	E <sub>НОМО</sub> , эВ	E <sub>ЛУМО</sub> , эВ	$\eta$ , эВ
<i>L</i> -изолейцин	Через карбоксильную группу и $\alpha$ -аминогруппу изолейцина	Через OH группы $C_2$ и $C_3$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 1)	-2264,757	-0,206	0,039	0,123
		Через OH группы $C_2$ и $C_6$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 2)	-2264,479	-0,236	0,069	0,153
		Через OH группы $C_2$ и $C_6$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 3)	-2264,543	-0,211	0,055	0,133
		Через OH группы $C_2$ и $C_6$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 4)	-2264,130	-0,256	0,027	0,142
		Через OH группы $C_2$ и $C_6$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 5)	-2264,456	-0,160	0,055	0,108
		Через OH группы $C_2$ и $C_6$ атомов аскорбиновой кислоты (№ 6)	-2264,446	-0,140	0,059	0,100

Рис. 2. Результаты моделирования аскорбатаизолейцината марганца

Fig. 2. Modeling results of manganese ascorbate isoleucinate



<sup>8</sup> [https://bio.pnpi.nrcki.ru/wp-content/uploads/2020/01/Photocor-Compact-Z\\_Manual.pdf](https://bio.pnpi.nrcki.ru/wp-content/uploads/2020/01/Photocor-Compact-Z_Manual.pdf)

<sup>9</sup> ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

<sup>10</sup> ГОСТ 28283-2015 Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха.

Для подтверждения результатов моделирования образцы исследовали на ИК-спектрометре с преобразованием Фурье. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

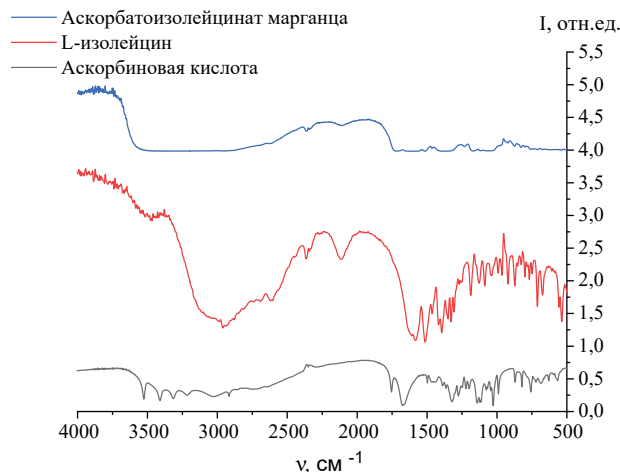
Анализ ИК-спектра аскорбиновой кислоты показал, что в области от 3150 до 3560  $\text{см}^{-1}$  присутствуют полосы на 3525  $\text{см}^{-1}$ , 3410  $\text{см}^{-1}$ , 3315  $\text{см}^{-1}$  и 3220  $\text{см}^{-1}$ , которые характерны для валентных колебаний  $O-H$  групп. Полосы на 3030 и 2918  $\text{см}^{-1}$  принадлежат  $CH_2$ -группе. Полосы на 634, 719 и 1755  $\text{см}^{-1}$  соответствуют колебаниям  $C=O$ . Полоса на 1670  $\text{см}^{-1}$  соответствует колебаниям  $C=C$ . Полосы на 1498  $\text{см}^{-1}$ , 1365  $\text{см}^{-1}$ , 1197  $\text{см}^{-1}$ , 990  $\text{см}^{-1}$  соответствуют деформационным колебаниям  $CH_2$ -группы. Полоса на 1220  $\text{см}^{-1}$  соответствует деформационным колебаниям  $CH$ -группы. Полосы на 1278, 1392 и 1448  $\text{см}^{-1}$  соответствуют деформационным колебаниям  $C-O-H$ , наблюдаемых у  $C_2, C_3, C_5, C_6$  атомов аскорбиновой кислоты. Полосы на 1075, 1112, 1144 и 1330  $\text{см}^{-1}$  соответствуют деформационным колебаниям  $C-OH$ , наблюдаемых у  $C_2, C_3, C_5, C_6$  атомов аскорбиновой кислоты. Полосы на 756, 871 и 1755  $\text{см}^{-1}$  соответствуют колебаниям  $C=C$  [22–24].

Анализ ИК-спектра  $L$ -изолейцина показал, что в спектре присутствуют характерные для аминокислот полосы колебаний на 1512  $\text{см}^{-1}$  и 1610  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие деформационным колебаниям  $NH_3^+$  группы. Установлено, что полосы колебаний на 1325  $\text{см}^{-1}$  и 1579  $\text{см}^{-1}$  соответствуют колебаниям  $COO^-$  группы. В области до 1300  $\text{см}^{-1}$  присутствуют деформационные колебания  $-CH_2$  и  $-CH_3$  групп. В области от 2500 до 3200  $\text{см}^{-1}$  присутствуют валентные колебания  $NH_3^+, -CH_2$  и  $-CH_3$  групп [25].

В ИК-спектре аскорбатаизолейцината марганца наблюдается уменьшение интенсивности полос на 1512  $\text{см}^{-1}$ , на 1610  $\text{см}^{-1}$ , соответствующих деформационным колебаниям  $NH_3^+$  группы, и на 1325  $\text{см}^{-1}$ , на 1579  $\text{см}^{-1}$ , соответствующих колебаниям  $COO^-$  группы, характерных для  $L$ -изолейцина. Наблюдается уменьшение интенсивности полос на 1112, 1144 и 1330  $\text{см}^{-1}$ , соответствующих деформационным колебаниям  $C-OH$ , на 1278, 1392 и 1448  $\text{см}^{-1}$ , соответствующих деформационным колебаниям  $C-O-H$  аскорбиновой кислоты. Таким образом, можно сделать вывод о том, что образование аскорбатаизолейцината марганца происходит через  $OH$  группы аскорбиновой кислоты и через  $COO^-$  и  $NH_3^+$  группы аминокислот.

Полученные результаты ИК-спектроскопии согласуются с данными компьютерного квантово-химического моделирования.

**Рис. 3.** ИК-спектр аскорбатаизолейцината марганца  
**Fig. 3.** IR spectrum of manganese ascorbate isoleucinate



На следующем этапе исследовали стабильность аскорбатаизолейцината марганца. В результате обработки экспериментальных данных получили зависимости изменения значения окислительно-восстановительного потенциала ( $\Delta Eh$ ) от pH, температуры и времени экспозиции. Полученные зависимости представлены на рисунке 4.

Анализ изменения значения окислительно-восстановительного потенциала ( $\Delta Eh$ ) от pH, температуры и времени экспозиции показал, что на стабильность тройного комплекса эссенциального микроэлемента марганца с аскорбиновой кислотой и  $L$ -изолейцином (незаменимой аминокислотой) значительное влияние оказывают все параметры (pH, температуры и времени экспозиции). Установлено, что при увеличении pH, температуры и времени экспозиции происходит увеличение  $\Delta Eh$ , что свидетельствует о потере стабильности комплекса и его разрушении.

Параметры, при которых наблюдается стабильность образцов, соответствуют наименьшим значениям  $\Delta Eh$ : pH = 3–7,  $t = 25–60^\circ$ ,  $\tau = 5–15$ .

Далее проводили обогащение молока тройным марганецсодержащим комплексом и исследовали влияние концентрации данного соединения на физико-химические параметры дисперсной фазы молока. Использовали концентрацию аскорбатаизолейцината марганца — 0,05 моль/л. Результаты исследований представлены в таблице 3.

**Рис. 4.** Зависимости изменения значения окислительно-восстановительного потенциала ( $\Delta Eh$ ) от pH, температуры и времени экспозиции: а — pH и  $t$ , б — pH и  $\tau$ , в —  $t$  и  $\tau$

**Fig. 4.** Dependence of changes in the value of the redox potential ( $\Delta Eh$ ) on pH, temperature and exposure time: a — pH and  $t$ , b — pH and  $\tau$ , c —  $t$  and  $\tau$

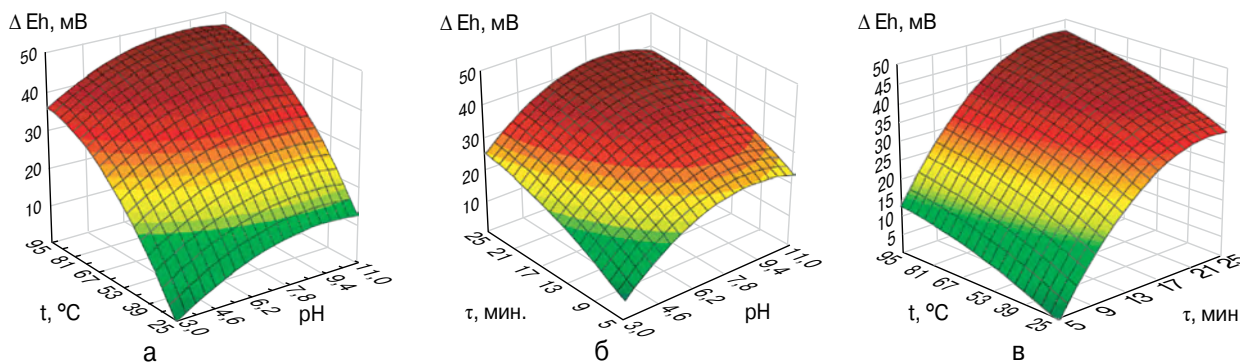


Таблица 3. Физико-химические параметры дисперсной фазы молока  
Table 3. Physico-chemical parameters of the dispersed phase of milk

Параметр	Концентрация аскорбатаизолейцината марганца				Контроль
	0,05 моль/л	0,005 моль/л	0,0005 моль/л	0,00005 моль/л	
R, нм	300	33	31	30	30
Электропроводность, См/м	1,425	1,313	1,134	0,9246	0,78
ζ-потенциал, мВ	-1,09	1,00	-0,79	0,99	-0,52
pH	6,23	6,71	6,77	6,77	6,78
Титруемая кислотность, °Т	28,5	18,00	18,50	20,50	18

Анализ полученных данных показал, что изменение концентрации практически не оказывает влияния на электропроводность образцов и заряд мицелл казеина дисперсной фазы молока. Однако концентрация тройного марганецсодержащего комплекса влияет на средний гидродинамический радиус мицелл казеина, титруемую кислотность и pH. При концентрации 0,00005 моль/л, 0,0005 моль/л и 0,005 моль/л значения среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина, титруемой кислотности и pH значительно не отличаются от значений контрольного образца. При увеличении концентрации до 0,05 моль/л средний гидродинамический радиус мицелл казеина увеличивается до 300 нм, титруемая кислотность увеличивается до 28,5 °Т, а pH образца уменьшается до 6,23.

Таким образом, для обогащения аскорбатаизолейцином марганца необходимо использовать концентрации 0,005 моль/л и меньше.

На заключительном этапе исследований проводили органолептическую оценку молока, обогащенного аскорбатаизолейцином марганца. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты органолептической оценки  
Table 4. Tasting results

Наименование образцов	Запах и вкус	Оценка, балл
Молоко, обогащенное неорганической формой марганца — сульфатом марганца	Чистый, приятный, слегка сладковатый	4,45
Молоко, обогащенное хелатной формой эссенциального микроэлемента марганца аскорбатаизолейцином марганца	Чистый, приятный, слегка сладковатый	4,60
Молоко «чистое» (из торговой сети, небогатое)	Чистый, приятный, слегка сладковатый	4,50

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 № 22-76-00029.  
<https://rscf.ru/project/22-76-00029/>

#### FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation No. 22-76-00029.  
<https://rscf.ru/project/22-7600029/>

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(28): 9187–9216.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>
- Sarkar T. *et al.* Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 11679–11733.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2095555>
- Thiruvengadam M. *et al.* A comprehensive review of beetroot (*Beta vulgaris* L.) bioactive components in the food and pharmaceutical industries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024; 64(3): 708–739.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2108367>

#### REFERENCES

- Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(28): 9187–9216.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>
- Sarkar T. *et al.* Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 11679–11733.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2095555>
- Thiruvengadam M. *et al.* A comprehensive review of beetroot (*Beta vulgaris* L.) bioactive components in the food and pharmaceutical industries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024; 64(3): 708–739.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2108367>

Анализ результатов показал, что значения показателей (запах и вкус) молока, обогащенного аскорбатаизолейцином марганца, превышают значения показателей контрольного образца и образца, обогащенного неорганической формой железа — сульфатом марганца.

#### Выводы/Conclusions

В данной статье проведен синтез тройного комплекса эссенциального микроэлемента марганца с аскорбиновой кислотой и L-изолейцином (незаменимой аминокислотой). С помощью метода рентгенофазового анализа установили, что комплекс обладает аморфной структурой.

В результате моделирования определили оптимальную модель взаимодействия: через карбоксильную группу и α-аминогруппу L-изолейцина и через C<sub>2</sub> и C<sub>3</sub> атомы аскорбиновой кислоты (E = - 2264,757 ккал/моль). Данные ИК-спектроскопии подтвердили выводы квантово-химического моделирования.

В рамках исследования стабильности аскорбатаизолейцината марганца установлено, что при увеличении pH, температуры и времени экспозиции происходит увеличение ΔEh, что свидетельствует о потере стабильности комплекса и его разрушении. Параметры, при которых наблюдается стабильность образцов, соответствуют наименьшим значениям ΔEh: pH = 3–7, t = 25–60, τ = 5–15.

Исследовали влияние концентрации на физико-химические параметры дисперсной фазы молока. Установили, что для обогащения аскорбатаизолейцином марганца необходимо использовать концентрации 0,005 моль/л и меньше. При данных концентрациях наблюдаются следующие значения: pH — 6,7–6,8, титруемая кислотность — от 18 до 20,5 °Т, средний гидродинамический радиус — около 30 ± 5 нм.

Органолептическая оценка образцов показала, что значения показателей (запах и вкус) молока, обогащенного аскорбатаизолейцином марганца, превышают значения показателей контрольного образца (АО «МКС», г. Ставрополь, Россия) и образца, обогащенного неорганической формой железа — сульфатом марганца.

4. Казакова Т.В. Адаптационные реакции организма на фоне субхронического воздействия марганца. *Агаджанянские чтения. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. М.: Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. 2023; 167–170. <https://elibrary.ru/fbaxkj>
5. Некрасов В.И., Скальный А.В., Дубовой Р.М. Роль микроэлементов в повышении функциональных резервов организма человека. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2006; (1): 111–113. <https://elibrary.ru/kwzxn1>
6. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Роль минеральных веществ и микроэлементов в сохранении здоровья человека. *Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук*. 2017; (3): 5–16. <https://elibrary.ru/zsived>
7. Chen P., Bornhorst J.B., Aschner M. Manganese metabolism in humans. *Frontiers in Bioscience-Landmark*. 2018; 23(9): 1655–1679. <https://doi.org/10.2741/4665>
8. Leach R.M., Harris E.D. Manganese. O'Dell B.L., Sunde R.A. (eds.). *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. Boca Raton: CRC Press. 1997; 335–356. <https://doi.org/10.1201/9781482273106-10>
9. Keen C.L., Ensunsa J.L., Clegg M.S. Manganese metabolism in animals and humans including the toxicity of manganese. Sigel A., Sigel H. (eds.). *Metal Ions in Biological Systems*. Boca Raton: CRC Press. 2000; 37: 89–121. <https://doi.org/10.1201/9781482289893-14>
10. Tuschi K., Mills P.B., Clayton P.T. Manganese and the Brain. *International Review of Neurobiology*. 2013; 110: 277–312. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410502-7.00013-2>
11. Budinger D., Barral S., Soo A.K.S., Kurian M.A. The role of manganese dysregulation in neurological disease: emerging evidence. *The Lancet Neurology*. 2021; 20(11): 956–968. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00238-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00238-6)
12. Bauer J.A. et al. Critical windows of susceptibility in the association between manganese and neurocognition in Italian adolescents living near ferro-manganese industry. *NeuroToxicology*. 2021; 87: 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.08.014>
13. Gonzalez-Alvarez M.A., Hernandez-Bonilla D., Plascencia-Alvarez N.I., Riojas-Rodriguez H., Rosselli D. Environmental and occupational exposure to metals (manganese, mercury, iron) and Parkinson's disease in low and middle-income countries: a narrative review. *Reviews on Environmental Health*. 2022; 37(1): 1–11. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0140>
14. Avila D.S., Puntel R.L., Aschner M. Manganese in Health and Disease. Sigel A., Sigel H., Sigel R.K.O. (eds.). *Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases*. Dordrecht: Springer. 2014; 199–227. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_7)
15. Wilcox J.M. et al. YAC128 mouse model of Huntington disease is protected against subtle chronic manganese (Mn)-induced behavioral and neuropathological changes. *NeuroToxicology*. 2021; 87: 94–105. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.09.002>
16. Ахметшина З.Р. Дефицит витаминов и микроэлементов в питании человека. *Гуманитарные и правовые проблемы современной России. Материалы XVIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции*. Новосибирск: Золотой колос. 2023; 3: 19–22. <https://elibrary.ru/gpuaim>
17. Муслимов Н.Ж., Туйакова А.Р., Далабаев А.Б. Определение количественного выхода экстракта из пророщенного зерна. *Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина*. 2023; (2): 32–42 (на казах. яз.). <https://elibrary.ru/sdnhnx>
18. Pobilat A.E., Voloshin E.I. Марганец в почвах и растениях южной части Средней Сибири. *Микроэлементы в медицине*. 2017; 18(2): 43–47. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2017-18-2-43-47>
19. Азаренко Ю.А. Закономерности содержания, распределения, взаимосвязей микроэлементов в системе «почва — растение» в условиях юга Западной Сибири. Омск: *Вариант-Омск*. 2013; 229. ISBN 978-5-904754-52-5. <https://elibrary.ru/tlztqj>
20. Скальный А.В., Сулдин А.В., Иванова Н.А., Самбулова А.А., Липина М.В. Разработка средств лечения и профилактики минералдефицитных состояний цинка, меди, марганца, хрома и кобальта. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2011; (15): 123–126. <https://elibrary.ru/oydfdz>
21. Блинов А.В., Серов А.В., Кравцов В.А., Русанов А.Ю., Соловьева С.Н. Способы повышения биодоступности эссенциальных микроэлементов. Физико-химическая биология. Материалы III Международной научной интернет-конференции. Ставрополь: Ставропольский государственный медицинский университет. 2015; 28–30. <https://elibrary.ru/vjsvjb>
22. Lohmann W., Pagel D., Penka V. Structure of ascorbic acid and its biological function: Determination of the conformation of ascorbic acid and isoascorbic acid by infrared and ultraviolet investigations. *European Journal of Biochemistry*. 1984; 138(3): 479–480. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1984.tb07941.x>
23. Metreveli N.O. et al. UV-vis and FT-IR spectra of ultraviolet irradiated collagen in the presence of antioxidant ascorbic acid. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2010; 73(3): 448–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.12.005>
24. Yadav R.A., Rani P., Kumar M., Singh R., Singh P., Singh N.P. Experimental IR and Raman spectra and quantum chemical studies of molecular structures, conformers and vibrational characteristics of L-ascorbic acid and its anion and cation. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2011; 84(1): 6–21. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.07.043>
25. Zhang X., Yang Z., Li W., Yang L., Weng S., Wu J. The interaction between amino acids and metal ions (I). The FT-IR spectroscopic study of the binding between d,l-homocysteic acid and alkali metal ions. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2004; 60(1–2): 235–240. [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(03\)00224-5](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(03)00224-5)
4. Kazakova T.V. Adaptive reactions of the body against the background of subchronic exposure to manganese. *Aghajanian readings. Materials of the IV All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba. 2023; 167–170 (in Russian). <https://elibrary.ru/fbaxkj>
5. Nekrasov V.I., Skalny A.V., Dubovoy R.M. The role of microelements in increasing the functional reserves of the human body. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2006; (1): 111–113 (in Russian). <https://elibrary.ru/kwzxn1>
6. Novikov V.S., Shustov E.B. Role of minerals and microelements in human health maintenance. *Vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki Rossiyskoy akademii yestestvennykh nauk*. 2017; (3): 5–16 (in Russian). <https://elibrary.ru/zsived>
7. Chen P., Bornhorst J.B., Aschner M. Manganese metabolism in humans. *Frontiers in Bioscience-Landmark*. 2018; 23(9): 1655–1679. <https://doi.org/10.2741/4665>
8. Leach R.M., Harris E.D. Manganese. O'Dell B.L., Sunde R.A. (eds.). *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. Boca Raton: CRC Press. 1997; 335–356. <https://doi.org/10.1201/9781482273106-10>
9. Keen C.L., Ensunsa J.L., Clegg M.S. Manganese metabolism in animals and humans including the toxicity of manganese. Sigel A., Sigel H. (eds.). *Metal Ions in Biological Systems*. Boca Raton: CRC Press. 2000; 37: 89–121. <https://doi.org/10.1201/9781482289893-14>
10. Tuschi K., Mills P.B., Clayton P.T. Manganese and the Brain. *International Review of Neurobiology*. 2013; 110: 277–312. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410502-7.00013-2>
11. Budinger D., Barral S., Soo A.K.S., Kurian M.A. The role of manganese dysregulation in neurological disease: emerging evidence. *The Lancet Neurology*. 2021; 20(11): 956–968. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00238-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00238-6)
12. Bauer J.A. et al. Critical windows of susceptibility in the association between manganese and neurocognition in Italian adolescents living near ferro-manganese industry. *NeuroToxicology*. 2021; 87: 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.08.014>
13. Gonzalez-Alvarez M.A., Hernandez-Bonilla D., Plascencia-Alvarez N.I., Riojas-Rodriguez H., Rosselli D. Environmental and occupational exposure to metals (manganese, mercury, iron) and Parkinson's disease in low and middle-income countries: a narrative review. *Reviews on Environmental Health*. 2022; 37(1): 1–11. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0140>
14. Avila D.S., Puntel R.L., Aschner M. Manganese in Health and Disease. Sigel A., Sigel H., Sigel R.K.O. (eds.). *Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases*. Dordrecht: Springer. 2014; 199–227. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_7)
15. Wilcox J.M. et al. YAC128 mouse model of Huntington disease is protected against subtle chronic manganese (Mn)-induced behavioral and neuropathological changes. *NeuroToxicology*. 2021; 87: 94–105. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.09.002>
16. Akhmetshina Z.R. Deficiency of vitamins and trace elements in human nutrition. *Humanitarian and legal problems of modern Russia. Proceedings of the XVIII All-Russian student scientific and practical conference*. Novosibirsk: Zolotoy Kolos. 2023; 3: 19–22 (in Russian). <https://elibrary.ru/gpuaim>
17. Muslimov N.J., Tuyakova A.R., Dalabaev A.B. Determination of the quantitative yield of the extract from sprouted grain. *Herald of science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University*. 2023; (2): 32–42 (in Kazakh). <https://elibrary.ru/sdnhnx>
18. Pobilat A.E., Voloshin E.I. Manganese in soils and plants of the southern part of Central Siberia. *Trace Elements in Medicine*. 2017; 18(2): 43–47 (in Russian). <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2017-18-2-43-47>
19. Azarenko Yu.A. Regularities of content, distribution, relationships of microelements in the soil — plant system in the conditions of the south of Western Siberia. Омск: *Variant-Omsk*. 2013; 229 (in Russian). ISBN 978-5-904754-52-5. <https://elibrary.ru/tlztqj>
20. Skalny A.V., Suldin A.V., Ivanova N.A., Sambulova A.A., Lipina M.V. Development of medicines for treatment and prevention of zinc, copper, manganese, chromium and cobalt deficiency. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2011; (15): 123–126 (in Russian). <https://elibrary.ru/oydfdz>
21. Blinov A.V., Serov A.V., Kravtsov V.A., Rusanov A.Yu., Solovyova S.N. Methods for increasing the bioavailability of essential microelements. *Physico-chemical biology. Materials of the III International Scientific Internet Conference*. Stavropol: Stavropol State Medical University. 2015; 28–30 (in Russian). <https://elibrary.ru/vjsvjb>
22. Lohmann W., Pagel D., Penka V. Structure of ascorbic acid and its biological function: Determination of the conformation of ascorbic acid and isoascorbic acid by infrared and ultraviolet investigations. *European Journal of Biochemistry*. 1984; 138(3): 479–480. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1984.tb07941.x>
23. Metreveli N.O. et al. UV-vis and FT-IR spectra of ultraviolet irradiated collagen in the presence of antioxidant ascorbic acid. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2010; 73(3): 448–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.12.005>
24. Yadav R.A., Rani P., Kumar M., Singh R., Singh P., Singh N.P. Experimental IR and Raman spectra and quantum chemical studies of molecular structures, conformers and vibrational characteristics of L-ascorbic acid and its anion and cation. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2011; 84(1): 6–21. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.07.043>
25. Zhang X., Yang Z., Li W., Yang L., Weng S., Wu J. The interaction between amino acids and metal ions (I). The FT-IR spectroscopic study of the binding between d,l-homocysteic acid and alkali metal ions. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2004; 60(1–2): 235–240. [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(03\)00224-5](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(03)00224-5)

## ОБ АВТОРАХ

**Андрей Владимирович Блинов<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
blinov.a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Зафар Абдулович Рехман<sup>1</sup>**

ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов

zafrehman1027@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Алексей Алексеевич Гвозденко<sup>1</sup>**

ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов

gvozdenco.1999a@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>

**Алексей Борисович Голик<sup>1</sup>**

ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов

lexgooldman@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2580-9474>

**Андрей Ашотович Нагдалян<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии

geniando@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>

**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 Physics and Technology of Nanostructures and Materials

blinov.a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Zafar Abdulovich Rehman<sup>1</sup>**

Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials

zafrehman1027@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Alexey Alexeevich Gvozdenco<sup>1</sup>**

Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials

gvozdenco.1999a@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>

**Alexey Borisovich Golik<sup>1</sup>**

Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials

lexgooldman@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2580-9474>

**Andrey Ashotovich Nagdalyan<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Research Laboratory of Food and Industrial Biotechnology

geniando@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>

**Maksim 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. Gorbатов 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

## 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 e-mail [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>



» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ на сайте Научной электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)



И.Ю. Резниченко<sup>1</sup>  
Т.А. Мирошина<sup>1</sup> ✉  
Т.А. Донченко<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области, Кемерово, Россия

✉ [intermir42@mail.ru](mailto:intermir42@mail.ru)

Поступила в редакцию:  
24.01.2024

Одобрена после рецензирования:  
10.04.2024

Принята к публикации:  
24.04.2024

Irina Yu. Reznichenko<sup>1</sup>  
Tatiana A. Miroshina<sup>1</sup> ✉  
Tatiana A. Donchenko<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Center for Hygiene and Epidemiology in the Kemerovo Region, Kemerovo, Russia

✉ [intermir42@mail.ru](mailto:intermir42@mail.ru)

Received by the editorial office:  
24.01.2024

Accepted in revised:  
10.04.2024

Accepted for publication:  
24.04.2024

# Особенности химического состава сушеных листьев сныти обыкновенной и определение возможности применения в производстве функциональных продуктов питания

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** *Aegopodium podagraria* L. служит перспективным источником биологически активных веществ для применения в пищевых системах функциональной и специализированной направленности.

**Методы.** Объектами исследования являлись сушеные листья сныти обыкновенной влажностью 8,5%. Для приготовления сушеных листьев применяли сныть обыкновенную, выращенную в условиях Кузбасса.

При выполнении исследований применяли следующие методы испытаний: массовую долю железа определяли по ГОСТ 26928-86 колориметрическим методом, массовую долю фосфора — по МУК 4.1.3217-14, массовую долю кальция согласно «Руководству по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов» (Скурихин И.М., Тутельян В.А. Москва, 1998), содержание витамина С — по ГОСТ 24556-89, массовую долю пищевых волокон — по ГОСТ Р 54014-2010 (ферментативно-гравиметрическим методом), массовую долю белка — по ГОСТ 54607.7-2016 (методом Кьельдаля), массовую долю золы — по ГОСТ 5901-2014, массовую концентрацию цинка и меди — по ГОСТ 33824-2016.

**Результаты.** Впервые экспериментально установлено высокое содержание в сушеных листьях сныти обыкновенной аскорбиновой кислоты, доля которой составляет 168 мг / 100 г, что позволяет рекомендовать сныть обыкновенную как ингредиент с повышенной антиоксидантной активностью. По данным проведенных исследований выявлено общее количество минеральных веществ (18,65%). Следует отметить высокое содержание железа —  $118,9 \pm 33,3$  мг / 100 г, что составляет более 600% от суточной нормы потребления. Из макроэлементов — высокое содержание фосфора ( $144,8 \pm 40,5$ ) и кальция ( $1134,8 \pm 158,9$ ), что удовлетворяет суточную физиологическую норму их потребления на 12,0% и 94% соответственно. Содержание меди и цинка не превышает их предельно допустимую безопасную концентрацию (5 мг/кг). Полученные данные позволяют рассчитать процент внесения сныти сушеной обыкновенной в рецептуры изделий для получения продукции обогащенной или функционального назначения.

**Ключевые слова:** сныть обыкновенная, листья сушеные, минеральный состав, витамины, органические вещества

**Для цитирования:** Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А., Донченко Т.А. Особенности химического состава сныти обыкновенной сушеной и определение возможности ее применения в производстве функциональных продуктов питания. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 124–128.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-124-128>

© Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А., Донченко Т.А.

# Peculiarities of the chemical composition of dried leaves of *Aegopodium podagraria* and determination of the possibility of its use in the production of functional food products

## ABSTRACT

**Relevance.** *Aegopodium podagraria* L. is a promising source of biologically active substances for use in functional and specialized food systems.

**Methods.** The objects of the study were ordinary dried leaves with a moisture content of 8.5%. Dried *Aegopodium podagraria* is prepared from leaves of goutweed, grown in the conditions of Kuzbass.

When carrying out the research, the following test methods were used: the mass fraction of iron was determined according to GOST 26928-86 by the colorimetric method, the mass fraction of phosphorus according to methodological instructions 4.1.3217-14, the mass fraction of calcium according to the "Guide to methods for analyzing the quality and safety of food products" (Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Moscow, 1998), vitamin C content according to GOST 24556-89, mass fraction of dietary fiber according to GOST R 54014-2010 (enzymatic-gravimetric method), mass fraction of protein according to GOST 54607.7-2016 (Kjeldahl method), mass fraction of ash according to GOST 5901-2014, mass fraction of ash according to GOST 5901-2014, mass concentration of zinc and copper according to GOST 33842-2016.

**Results.** The article is the first to show the high content of ordinary ascorbic acid in dried leaves of *Aegopodium podagraria*, the proportion of which is 168 mg / 100 g, which allows recommending the ascorbic acid as an ingredient with increased antioxidant activity. According to research, the total amount of minerals is 18.65%. The high iron content should be noted:  $118.9 \pm 33.3$  mg / 100 g, which is more than 600% of the daily intake. Of the macroelements, the content of phosphorus ( $144.8 \pm 40.5$ ) and calcium ( $1134.8 \pm 158.9$ ) is high, which satisfies the daily physiological norm of their consumption by 12% and 94%, respectively. The content of copper and zinc does not exceed their maximum permissible concentration (5 mg/kg), which indicates the safety of use in food production technologies. The data obtained make it possible to calculate the percentage of the addition of dried *Aegopodium podagraria* into product formulations to obtain enriched or functional products.

**Key words:** *aegopodium podagraria*, dried leaves, mineral composition, vitamins, organic substances

**For citation:** Reznichenko I.Yu., Miroshina T.A., Donchenko T.A. Peculiarities of the chemical composition of *Aegopodium podagraria* and determination of the possibility of its use in the production of functional food products. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 124–128 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-124-128>

© Reznichenko I.Yu., Miroshina T.A., Donchenko T.A.

## Введение/Introduction

Сныть обыкновенная [*Aegopodium podagraria* (L.)] — растение семейства зонтичных (рис. 1). Обычно встречается в Европе, Северной Америке, Азии, Западной и Восточной Сибири, на Кавказе и в Саянах, в горных районах Казахстана, широко распространена и в других регионах, таких как Северная Африка и Австралия [1, 2]. Происхождение растения — юг Западной Азии, отсюда оно распространилось в Европу и Среднюю Азию, а затем было завезено в Северную Америку, где в настоящее время классифицируется как опасный инвазивный сорняк [3]. В Англию сныть была завезена римлянами в качестве пищевого растения. Нежные листья использовались в древности и Средние века в качестве весеннего овоща, похожего на шпинат. Растение называли *Bishopsweed*, потому что оно часто встречалось возле старых церковных руин. Монахи Средневековья выращивали его как целебное растение, называя *Herb Gerard*, потому что оно было посвящено святому Джерарду, которого раньше призывали для лечения подагры, против которой в основном применялась трава, снимая боль и воспаление, что побудило немцев дать сныти имя *Podagraria*. Общие названия для этого вида — сныть обыкновенная, сорняк епископский, бузина земляная, трава герарда, зверобой дикий и снежно-горный [4, 5].

*Aegopodium podagraria* вырастает до 30–100 см. Стебли короткие, полые, с продольными бороздками и венчиками, волосатые. Листья на длинных черешках, тройчатые, средний лист самый крупный. Крайние листья несимметричные, яйцевидные, острые, одинарные или двойные зубчатые и черешковые. Верхние листья одиночные, тройчатые, широкие. Цветки размером 3 мм в крупных сложных зонтиках, на конце с 12–30 лучами, без прицветников. В каждом зонтике от 12 до 30 одиночных мелких цветков, расположенных в шероховатых цветоножках. У цветка пять обратосердцевидных лепестков, пять тычинок и один пестик. Лепестки белые или светло-розовые с острыми кончиками. У плода семена коричневые с двумя светлыми жилками. Корневая система образована раскидистыми корневищами и легкими подземными побегами, находящимися непосредственно под поверхностью почвы. *Aegopodium podagraria* опыляется насекомыми и цветет с июля по август [4].

Большинство сообщений о потреблении сныти поступает из регионов, которые в настоящее время принадлежат Белоруссии, Украине, Эстонии, Скандинавским странам, а также Польше [6–9]. Наружно растение использовали в качестве припарки при ожогах, укусах и болезненных суставах [6, 7]. Сныть богата минералами, необходимыми для организма человека, например железом (для кроветворения) и кальцием (для стабильности костей) [1].

*Aegopodium podagraria* имеет не только лечебное, но и кулинарное значение. Листья молодых растений употребляют в пищу в качестве ароматизатора или приправы. Это распространенный съедобный дикорастущий зеленый овощ [1]. Дикie овощи устойчивы к различным биотическим и абиотическим стрессовым факторам в их естественной среде обитания. Таким образом, эти растения приобрели узкоспециализированную морфологию и синтезировали разнообразный набор вторичных растительных метаболитов, таких как полифенолы и витамины [10].

Рис. 1. Сныть обыкновенная [*Aegopodium podagraria* (L.)]. Фото автора

Fig. 1. Goutweed [*Aegopodium podagraria* (L.)]. Photo by the author



Несмотря на проведенные исследования по выявлению некоторых биологически активных соединений и минеральных компонентов, химический состав сныти мало изучен [11]. В то же время обобщенные научные данные о биологической активности и перспективах применения надземной части сныти обыкновенной показали ее потенциал как источника биологически активных веществ в пищевых продуктах функциональной и специализированной направленности [12].

Учитывая ограниченные данные о химическом составе сушеных листьев сныти и повышенный интерес к натуральным нетрадиционным растительным ингредиентам как рецептурным компонентам для различных видов продуктов питания [13, 14], были проведены исследования по определению содержания белка, пищевых волокон, витамина С, фосфора, железа, кальция, цинка и меди в сушеных листьях сныти (*Aegopodium podagraria*). Это первый шаг по изучению сушеных листьев сныти как перспективного пищевого сырьевого компонента.

*Цель исследования* — получение новых данных по химическому составу сушеных листьев сныти обыкновенной, произрастающей на территории Кузбасса.

## Методы и материалы исследований / Methods and materials

Объекты исследования — сушеные листья сныти обыкновенной влажностью 8,5%, приготовленные из сныти обыкновенной, выращенной в условиях Кузбасса (Ленинск-Кузнецкий р-н, Кемеровская обл., Россия).

Подготовка образцов осуществлялась следующим образом: листья сныти высушивали в лабораторных условиях в сушильном шкафу при температуре 25–30 °С в течение 2–4 суток до массовой доли влаги не более 9,0%. Такая температура высушивания наиболее оптимальна для сохранения биологически ценных веществ [15].

При выполнении исследований применяли следующие методы испытаний: массовую долю железа определяли по ГОСТ 26928<sup>1</sup> колориметрическим методом, массовую долю фосфора — по МУК 4.1.3217-2014<sup>2</sup>, массовую долю кальция — согласно «Руководству по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов»<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> ГОСТ 26928-86 Продукты пищевые. Метод определения железа.

<sup>2</sup> МУК 4.1.3217-2014 Методы контроля. Химические факторы. Определение фосфатов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методические указания.

содержание витамина С — по ГОСТ 24556<sup>4</sup>, массовую долю пищевых волокон — по ГОСТ Р 54014<sup>5</sup> (ферментативно-гравиметрическим методом), массовую долю белка — по ГОСТ 54607.7<sup>6</sup> (методом Кьельдаля), массовую долю золы — по ГОСТ 5901<sup>7</sup>, массовую концентрацию цинка и меди — по ГОСТ 33824<sup>8</sup>.

Испытания проводили в аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области».

Для статистической обработки результатов использовали программу Statistica 10.0 (США)<sup>9</sup>. Результаты считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

В настоящее время на потребительском рынке представлен ассортимент сноти сушеной для использования в кулинарии, применения в качестве приправы к первым и вторым обеденным блюдам, а также как профилактическое средство при многих заболеваниях. Однако на маркировке товара не указана его пищевая, в том числе биологическая, ценность, отражающая витаминный и минеральный состав продукта, суточные нормы применения. На некоторых упаковках приведена недостаточная и неполная информация о товаре (рис. 2А), отсутствуют потребительские характеристики. На рисунке 2 приведены примеры маркировки сноти, реализуемой через сеть торговых организаций и интернет-магазинов.

Таким образом, ассортимент сушеной сноти представлен на потребительском рынке различными торговыми марками и производителями, однако применение в технологических производственных процессах ограничено из-за отсутствия сведений о количественных соотношениях и содержании пищевых веществ. Для применения сноти обыкновенной в качестве ингредиента в рецептуре пищевых продуктов необходимы знания ее пищевой ценности, содержания витаминов, минеральных веществ, что позволит разработать сбалансированный состав и выделить функциональную направленность продукта питания.

Анализ и систематизация доступной научной информации о химическом составе сноти обыкновенной показали, что имеются данные о сырой массе сноти, сырых листьях сноти и экстрактов, приготовленных из наземной части сноти (листья, стебли).

В таблице 1 приведены данные по некоторым пищевым веществам в сырых стеблях и листьях сноти (массовая доля влаги составляет 15–20%) и результаты собственных исследований сушеных листьев сноти обыкновенной (с массовой долей влаги 8,5%).

Анализируя полученные данные и данные других источников, можно отметить, что содержание протеина в сырых листьях составляет от 3,5 [17], 1,04 [16] до 0,9 мг / 100 г [15]. Очевидно, это связано с регионом произрастания сноти, так как известно влияние климатических и погодных условий на формирование состава растения.

Содержание пищевых волокон в сухих листьях составляет 40,04 мг / 100 г. Имеются данные по содержанию

**Рис. 2.** Маркировка сноти обыкновенной, представленной ретейлом. Фото автора

**Fig. 2.** Labeling of ordinary products provided by retail. Photo by the author



**Таблица 1.** Биохимический и минеральный состав сноти обыкновенной\*

**Table 1.** Biochemical and mineral composition of *Aegopodium podagraria*

Определяемые показатели	Сырая масса сноти [1]/[16]	Сырые листья сноти [15]/[17]	Сушеные листья сноти
<i>Массовая доля, г / 100 г</i>			
белка	-/1,04	0,9 ± 0,2/3,5	0,18 ± 0,04
сахара	-	0,73 ± 0,3/-	
углеводов	-/1,08	-/6,99	
пищевых волокон	-/5,17	0,9 ± 0,08/-	40,04 ± 2,6
золы	1,68 ± 0,05/-	-/16,15	18,65 ± 0,05
<i>Массовая доля витаминов, мг / 100 г</i>			
Витамин С	175 ± 7,1/37,0	40,3 ± 8,1/79,0	168,7 ± 33,7
Витамин В <sub>1</sub>		0,016 ± 0,08/4,25	
Витамин В <sub>2</sub>		0,11 ± 0,03/-	
<i>Минеральные вещества, мг / 100 г</i>			
Фосфор	48,638 ± 0,451/-	-/ 87,63	144,8 ± 40,5
Железо	1,370 ± 0,017/1,51	34,0 ± 5,1/12,973	118,9 ± 33,3
Кальций	144,217 ± 1,293/92,0	244,1 ± 43,99/-	1134,8 ± 158,9
Цинк	0,657 ± 0,131/-	-/7,138	2,03 ± 0,67
Медь	0,317 ± 0,052/-	0,77 ± 0,27/0,0	0,76 ± 0,29

*Примечание:* \*  $p \leq 0,05$ ; знаком «-» обозначено отсутствие данных в доступных научных источниках информации.

пищевых волокон в сухих листьях сноти влажностью 12–15%, количество которых составляет 20,52 г / 100 г [15]. Учитывая разные массовые доли влаги, полученные результаты можно считать сходными, при переводе в абсолютно сухое вещество значения составляют 13,6 и 9,09 соответственно.

3 Скурихин И.М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. М.: Медицина. 1998; 342.

4 ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С.

5 ГОСТ Р 54014-2010 Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом

6 ГОСТ Р 54607.7-2016 Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 7. Определение белка методом Кьельдаля.

7 ГОСТ 5901-2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси.

8 ГОСТ 33824-2016 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка).

9 Руководство по обеспечению решения медико-биологических задач с применением программы Statistica 10.0. Оренбург: ОАО «ИПК «Южный Урал». 2014; 208.

ISBN 978-5-94162-092-6



Анализируя данные по содержанию аскорбиновой кислоты, можно отметить разнящиеся результаты, которые показали количество витамина С в сырых листьях сныти, выращенной в Чувашии, от 40 [15] до 79 мг / 100 г в сныти, выращенной в Казахстане [17], и в сухих листьях от 168,7 (Кузбасс) до 26,1 (Чувашия) [15] мг / 100 г.

Анализ минерального состава сухих листьев сныти показал высокую долю железа, кальция и фосфора и низкое содержание меди и цинка. Содержание железа в сушеных листьях сныти составляет в среднем 119 мг / 100 г, что свидетельствует о высокой доле микроэлемента и возможности применения сушеных листьев в качестве функциональной добавки — источника железа в продуктах питания. Физиологическая суточная норма потребления железа составляет 15–18 мг. В случае разработки обогащенного железом продукта питания содержание железа в готовом продукте должно быть не менее 15%, в случае разработки функционального продукта содержание железа должно быть не ниже 30% от суточной нормы его потребления<sup>10</sup>. Учитывая высокую долю макроэлемента кальция (1135 мг / 100 г), физиологическую суточную потребность в нем в количестве 1200 мг, также в качестве рекомендаций можно предложить разработку продукции, обогащенной кальцием, или функциональной направленности<sup>11</sup> при условии дальнейших исследований форм кальция.

## Выводы/Conclusions

В статье впервые показано высокое содержание в сушеных листьях сныти обыкновенной аскорбиновой кислоты, доля которой составляет 168 мг / 100 г, что позволяет рекомендовать сныть обыкновенную как ингредиент с повышенной антиоксидантной активностью. По данным проведенных исследований, общее количество минеральных веществ составляет 18,65%. В листьях сныти сушеной представлены макро- и микроэлементы. Из микроэлементов следует отметить высокое содержание железа (18,9 ± 33,3 мг / 100 г), что составляет более 600% от суточной нормы потребления, из макроэлементов — высокое содержание фосфора (144,8 ± 40,5) и кальция (1134,8 ± 158,9), что удовлетворяет суточную физиологическую норму их потребления на 12,0% и 94,% соответственно. Содержание меди и цинка не превышает их предельно допустимую концентрацию (5 мг/кг), что говорит о безопасном их количестве в анализируемых сушеных листьях сныти.

Полученные данные показывают высокую долю белка, пищевых волокон, аскорбиновой кислоты, фосфора, железа, кальция в сушеных листьях сныти обыкновенной, выращенной в условиях Кузбасса, и перспективы дальнейших исследований по анализу биологически ценных веществ, что расширит возможности применения натурального растительного сырья в технологии продуктов питания.

<sup>10</sup> Методические рекомендации МР 2.3.0253-2021 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения. Москва, 2021; 72.

<sup>11</sup> Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки.

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

- Engelhardt L., Pöhl T., Neugart S. Edible Wild Vegetables *Urtica dioica* L. and *Aegopodium podagraria* L. — Antioxidants Affected by Processing. *Plants*. 2022; 11(20): 2710. <https://doi.org/10.3390/plants11202710>
- Годин В.Н., Дозорова С.В., Архипова Т.В. Андроменоэция у *Aegopodium podagraria* L. (Apiaceae) в Московской области. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2019; 45: 47–68. <https://doi.org/10.17223/19988591/45/3>
- Jursík M., Holec J., Soukup J. Biologie a regulace dalších významných plevelů České republiky: Bršlice kozi noha — *Aegopodium podagraria* L. *Listy Cukrovarnické a Řepářské*. 2007; 123(5): 170–174.
- Jakubczyk K., Janda K., Styburski D., Łukomska A. Podagrycznik pospólity (*Aegopodium podagraria* L.) — charakterystyka botaniczna i właściwości prozdrowotne. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*. 2020; 74: 28–35 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8551>
- Šircelj H. Vsebnost nekaterih bioaktivnih snovi v listih užitnega plevela navadne regačice (*Aegopodium podagraria* L.). *Novi izzivi v agronomiji 2013. Zbornik simpozija. Zreče*. 2013; 93–97.
- Товчига О.В. Взаимодействие препаратов сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.) с веществами, угнетающими центральную нервную систему. *Ukrainian biopharmaceutical journal*. 2016; (1): 31–36 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.24959/ubphj.16.6>
- Stefanovic O., Comic L., Stanojevic D., Sukdolak S.S. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics. *Turkish Journal of Biology*. 2009; 33(2): 145–150. <https://doi.org/10.3906/biy-0810-21>
- Łuczaj Ł. *et al.* Wild food plant use in 21st century Europe: the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2012; 81(4): 359–370. <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.031>
- Sõukand R., Kalle R. Emic conceptualization of a “wild edible plant” in Estonia in the second half of the 20th century. *Trames. Journal of the Humanities and Social Sciences*. 2015; 19(1): 15–34. <https://doi.org/10.3176/tr.2015.1.02>
- Falster D.S., Westoby M. Plant height and evolutionary games. *Trends in Ecology & Evolution*. 2003; 18: 337–343. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00061-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00061-2)

## REFERENCES

- Engelhardt L., Pöhl T., Neugart S. Edible Wild Vegetables *Urtica dioica* L. and *Aegopodium podagraria* L. — Antioxidants Affected by Processing. *Plants*. 2022; 11(20): 2710. <https://doi.org/10.3390/plants11202710>
- Godin V.N., Dozorova S.V., Arkhipova T.V. Andromenoecy of *Aegopodium podagraria* L. (Apiaceae) in Moscow region. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2019; 45: 47–68 (in Russian). <https://doi.org/10.17223/19988591/45/3>
- Jursík M., Holec J., Soukup J. Biology and control of another important weeds of the Czech Republic: Ground-elder — *Aegopodium podagraria* L. *Listy Cukrovarnické a Řepářské*. 2007; 123(5): 170–174 (in Czech).
- Jakubczyk K., Janda K., Styburski D., Łukomska A. Goutweed (*Aegopodium podagraria* L.) — botanical characteristics and prohealthy properties. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*. 2020; 74: 28–35. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8551>
- Šircelj H. The content of some bioactive compounds in leaves of edible weed ground-elder (*Aegopodium podagraria* L.). *New challenges in agronomy 2013. Proceedings of Symposium. Zreče*. 2013; 93–97 (in Slovenian).
- Tovchiga O.V. Interaction of *Aegopodium podagraria* L. (goutweed) preparations with central nervous system depressants. *Ukrainian biopharmaceutical journal*. 2016; (1): 31–36. <https://doi.org/10.24959/ubphj.16.6>
- Stefanovic O., Comic L., Stanojevic D., Sukdolak S.S. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics. *Turkish Journal of Biology*. 2009; 33(2): 145–150. <https://doi.org/10.3906/biy-0810-21>
- Łuczaj Ł. *et al.* Wild food plant use in 21st century Europe: the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2012; 81(4): 359–370. <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.031>
- Sõukand R., Kalle R. Emic conceptualization of a “wild edible plant” in Estonia in the second half of the 20th century. *Trames. Journal of the Humanities and Social Sciences*. 2015; 19(1): 15–34. <https://doi.org/10.3176/tr.2015.1.02>
- Falster D.S., Westoby M. Plant height and evolutionary games. *Trends in Ecology & Evolution*. 2003; 18: 337–343. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00061-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00061-2)

11. Wróblewska A., Janda K., Makuch E., Walasek M., Miądlicki P., Jakubczyk K. Effect of extraction method on the antioxidative activity of ground elder (*Aegopodium podagraria* L.). *Polish Journal of Chemical Technology*. 2019; 21(3): 13–18. <https://doi.org/10.2478/pjct-2019-0024>

12. Мирошина Т.А., Кондратенко Е.П., Резниченко И.Ю. Анализ перспективы использования продуктов переработки *Aegopodium podagraria* L. в пищевых системах функциональной направленности. *Молочнохозяйственный вестник*. 2023; (2): 141–160. <https://elibrary.ru/qdyoyj>

13. Ключко Н.Ю., Качковская А.А. О возможностях повышения биологической ценности формованных полуфабрикатов из фарша кальмара. *Наука и образование*. 2021; 4(2): 263. <https://elibrary.ru/foqbiy>

14. Романов Д.В. Лекарственные свойства, распространение и перспективы использования сънати обыкновенной (*Aegopodium podagraria*). *Доклады ТСХА. М.: РГАУ — МСХА*. 2019; 291(2): 519–520. <https://elibrary.ru/krcwki>

15. Шишкина Н.В. Пищевая ценность сънати обыкновенной *Aegopodium podagraria* L. (Apiaceae) и ее использование в технологии продуктов функционального назначения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва. 2010; 245.

16. Ларин И.В., Агабабян Ш.М., Работнов Т.А., Ларина В.К., Касименко М.А., Любская А.Ф. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Том III. Двудольные (гераниевые — сложноцветные). *Общие выводы и заключения*. М.; Л.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1956; 701.

17. Kyrbassova E.A. *et al.* Anatomical, morphological and phytochemical properties of *Aegopodium alpestre* Ledeb.: a case study of Kazakhstan. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020; 48(3): 1473–1482. <https://doi.org/10.15835/nbha48311991>

11. Wróblewska A., Janda K., Makuch E., Walasek M., Miądlicki P., Jakubczyk K. Effect of extraction method on the antioxidative activity of ground elder (*Aegopodium podagraria* L.). *Polish Journal of Chemical Technology*. 2019; 21(3): 13–18. <https://doi.org/10.2478/pjct-2019-0024>

12. Miroshina T.A., Kondratenko E.P., Reznichenko I.Yu. Prospect analysis for use of *Aegopodium podagraria* L. processed products in food systems of functional orientation. *Molochnohhozyaistvenny Vestnik*. 2023; (2): 141–160 (in Russian). <https://elibrary.ru/qdyoyj>

13. Klyuchko N.Yu., Kachkovskaya A.A. About the possibilities of increasing biological values for formed semi-finished products from minced squid. *Nauka i obrazovanie*. 2021; 4(2): 263 (in Russian). <https://elibrary.ru/foqbiy>

14. Romanov D.V. Medicinal properties, distribution and prospects for the use of *Aegopodium podagraria*. *TAA reports*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2019; 291(2): 519–520 (in Russian). <https://elibrary.ru/krcwki>

15. Shishkina N.V. Nutritional value of the common snake *Aegopodium podagraria* L. (Apiaceae) and its use in the technology of functional products. Dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Moscow. 2010; 245 (in Russian).

16. Larin I.V., Agababayan Sh.M., Rabotnov T.A., Larina V.K., Kasimenko M.A., Lyubskaya A.F. Forage plants of hayfields and pastures of the USSR. Vol. III. Dicotyledons (Geraniaceae — Compositae). General findings and conclusions. Moscow, Leningrad: State publishing house of agricultural literature. 1956; 701 (in Russian).

17. Kyrbassova E.A. *et al.* Anatomical, morphological and phytochemical properties of *Aegopodium alpestre* Ledeb.: a case study of Kazakhstan. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020; 48(3): 1473–1482. <https://doi.org/10.15835/nbha48311991>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Ирина Юрьевна Резниченко<sup>1</sup>

доктор технических наук, профессор  
Irina.reznichenko@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

##### Татьяна Александровна Мирошина<sup>1</sup>

кандидат педагогических наук, доцент  
intermir42@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-5152-0868>

##### Татьяна Александровна Донченко<sup>2</sup>

эксперт  
mta84@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3792-5608>

<sup>1</sup> Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова, ул. им. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

<sup>2</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области, пр-т Шахтеров, 20, Кемерово, 650002, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Irina Yurievna Reznichenko<sup>1</sup>

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Irina.reznichenko@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

##### Tatyana Aleksandrovna Miroshina<sup>1</sup>

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
intermir42@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-5152-0868>

##### Tatyana Aleksandrovna Donchenko<sup>2</sup>

Expert  
mta84@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3792-5608>

<sup>1</sup> Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, 5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia

<sup>2</sup> Center for Hygiene and Epidemiology in the Kemerovo Region, 20 Shakhтеров Ave., Kemerovo, 650002, Russia

УДК 338.1: 338.2: 339.1: 631.1

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135

И.А. Рамазанов<sup>1, 2</sup> ✉М.А. Николаева<sup>1, 3</sup>С.А. Рамазанов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, Россия

<sup>2</sup> Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

<sup>3</sup> Государственный академический университет гуманитарных наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия

✉ [iaramazonov@mail.ru](mailto:iaramazonov@mail.ru)Поступила в редакцию:  
29.01.2024Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024Принята к публикации:  
25.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135

Ibragim A. Ramazanov<sup>1, 2</sup> ✉Maria A. Nikolaeva<sup>1, 3</sup>Seifullah A. Ramazanov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

<sup>3</sup> State Academic University of Humanities, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

✉ [iaramazonov@mail.ru](mailto:iaramazonov@mail.ru)Received by the editorial office:  
29.01.2024Accepted in revised:  
12.04.2024Accepted for publication:  
25.04.2024

## Экосистемный подход как инструмент решения проблем мясного рынка

### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена выявлению факторов и решению проблем, связанных с тем, что российский потребительский рынок мяса и продуктов его переработки остается одним из наиболее уязвимых секторов экономики.

В исследовании использованы общенаучные методы — комплексный, системный и ситуационный, а также графический метод, метод сравнительного анализа, индексные методы, методы прогнозирования, факторного анализа, корреляционный анализ.

Показано, что высокие темпы концентрации сельскохозяйственного сектора российской экономики приводят к сокращению общего числа активных сельскохозяйственных организаций, поглощению или выдавливанию из этой отрасли предприятий малого формата и самозанятого населения. Это приводит к появлению небольшого количества сельскохозяйственных гигантов и падению эффективности использования посевных площадей и иных сельскохозяйственных угодий. Доказано, что рост размеров сельскохозяйственных организаций и увеличение доли сельскохозяйственных угодий, контролируемых ими, приводят к уменьшению доли сельскохозяйственных площадей под кормовые культуры, сокращению поголовья крупного рогатого скота и падению производства говядины. Доказывается целесообразность применения в сельскохозяйственном секторе экосистемного подхода. Такой подход позволяет эффективнее использовать природные и человеческие ресурсы на основе принципов экономики распределенного пользования — шеринг-экономики.

Выводы, сделанные по результатам исследования, имеют важное значение для теоретиков и практиков, поскольку они дополняют имеющиеся знания, необходимые для решения проблем, связанных с обеспечением устойчивого развития сельскохозяйственного сектора экономики и удовлетворения спроса потребителей.

**Ключевые слова:** мясной рынок, экосистемный подход, бизнес-моделирование, шеринг-экономика, бизнес-экосистема, животноводство, демография организаций, сельскохозяйственные организации

**Для цитирования:** Рамазанов И.А., Николаева М.А., Рамазанов С.А. Экосистемный подход как инструмент решения проблем мясного рынка. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 129–135.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135>

© Рамазанов И.А., Николаева М.А., Рамазанов С.А.

## Ecosystem approach as a tool for solving meat market problems

### ABSTRACT

The article is devoted to identifying factors and solving problems related to the fact that the Russian consumer market of meat and processed products remains one of the most vulnerable sectors of the economy.

The research uses general scientific methods: complex, systematic and situational, as well as graphical methods, comparative analysis, index methods, forecasting methods, factor analysis, correlation analysis.

It is shown that the high rate of concentration of the agricultural sector of the Russian economy leads to a reduction in the total number of active agricultural organizations, the absorption or squeezing out of this industry of small enterprises and the self-employed population. This leads to the emergence of a small number of agricultural giants and a decrease in the efficiency of using acreage and other agricultural land. It is proved that the growth in the size of agricultural organizations and an increase in the share of agricultural land controlled by them leads to a decrease in the share of agricultural areas for forage crops, a reduction in the number of cattle and a drop in beef production. The expediency of applying an ecosystem approach in the agricultural sector is proved. This approach makes it possible to use natural and human resources more efficiently based on the principles of the distributed use economy — the sharing economy.

The conclusions drawn from the results of the study are important for theorists and practitioners, as they complement the existing knowledge necessary to solve problems related to ensuring sustainable development of the agricultural sector of the economy and meeting consumer demand.

**Key words:** meat market, ecosystem approach, business modeling, sharing economy, business ecosystem, animal husbandry, demography of organizations, agricultural organizations

**For citation:** Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A. Ecosystem approach as a tool for solving meat market problems. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 129–135 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-129-135>

© Ramazanov I.A., Nikolaeva M.A., Ramazanov S.A.

## Введение/Introduction

Современный мировой и российский рынок мяса характеризуется наличием большого количества проблем [1, 2], неравномерностью спроса, предложения и удовлетворенности по регионам и странам, неопределенностью перспектив его развития [3, 4]. В России наиболее остро стоит проблема удовлетворения спроса на говядину и баранину [5–7], которую отдельные исследователи связывают с отсутствием спроса на внутреннем рынке, а для ее решения предлагают ограничение экспорта этих видов мяса [8].

Внимание исследователей к этой проблеме обусловлено тем, что состояние мясной отрасли является одним из объективных индикаторов оценки уровня продовольственной безопасности страны и ее глобальной конкурентоспособности [9]. Однако аналитики указывают на системный характер проблем в мясной отрасли, который характеризуется сокращением поголовья скота, сохраняющейся зависимостью от импорта высокопродуктивных пород, неразвитостью селекционной деятельности, низким уровнем применения инновационных технологий [10], дефицитом квалифицированного персонала, слабой ориентированностью отрасли на инновационный рост [11], отсутствием эффективной инвестиционной программы стимулирования развития фермерских хозяйств и самозанятого населения в мясной отрасли [12].

Кроме того, исследователи указывают на устойчивую динамику расширения границ проблем мирового потребительского рынка говядины [13]. При этом Россия входит в список стран с проблемами на мясном рынке по разным причинам [14, 17], среди которых часто выделяют отставание в применении инновационных технологий и новых бизнес-моделей в сельскохозяйственном секторе [15, 16, 18], а также недобросовестную конкуренцию и санкционное давление [20].

Аналитики предлагают такие пути решения проблем мясной отрасли, как ориентация на специализацию мясного животноводства [21–23], цифровизация отрасли [24], обновление основных фондов [25], кластеризация региональных рынков [26], правовое обеспечение развития оптовых рынков скота [27], господдержка отрасли [28] и т. п. При этом исследователи указывают на безальтернативность инновационного развития отрасли [29] и целесообразность комплексного подхода к решению проблемы мясного рынка с учетом санкционного давления и влияния других внешних факторов [24].

Среди инновационных направлений экономики особо выделяют экосистемный подход и создание бизнес-экосистем. Экосистему рассматривают как трехкомпонентную эволюционную структуру [30, 31], состоящую из различных типов: предполагающую наличие совместного и конкурентного взаимодействия между видами и общую ресурсную базу и единую среду, способную в условиях цифровой экономики трансформироваться в платформенную экосистему [32, 33], которая может послужить основой межорганизационного взаимодействия всей бизнес-экосистемы [34, 36].

Обзор научных исследований позволяет сделать вывод о том, что российский рынок мяса, в первую очередь говядины и баранины, характеризуется наличием

нерешенных проблем. При этом экосистемный подход является одним из наиболее перспективных направлений трансформации существующих бизнес-моделей в бизнес-экосистемы, обеспечивающие наиболее тесное взаимодействие между участниками современного рынка и решение ее проблем.

Кроме того, проведенный обзор свидетельствует о недостаточно глубоком исследовании влияния институциональной среды и экосистемы функционирования субъектов агропродовольственного сектора российской экономики.

**Цели** — исследовать влияние институциональных и иных перемен, происходящих в сельскохозяйственном секторе экономики Российской Федерации, на эффективность мясной отрасли, исследовать целесообразность применения экосистемного подхода при трансформации действующих бизнес-моделей в бизнес-экосистемы.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

В исследовании были использованы общенаучные методы (ситуационный, комплексный, системный, а также табличный, графический), метод сравнительного анализа, корреляционно-регрессионный анализ. Методология и первичная информация получены из открытых данных Росстата<sup>1, 2</sup>.

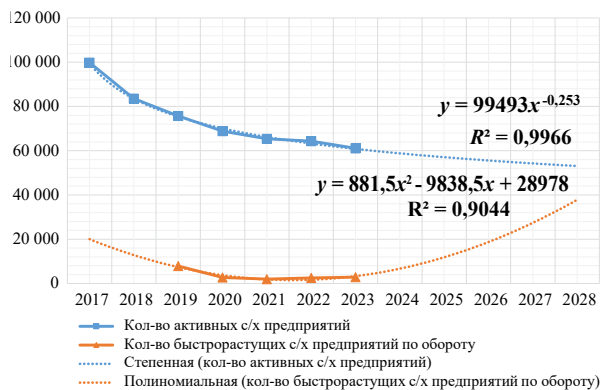
Репрезентативность выборки обеспечивается получением Росстатом репрезентативных итогов обследования по России в целом и по всем ее субъектам, а также большим объемом выборочной совокупности в соответствии с методическими указаниями Росстата<sup>3, 4</sup>. Анализ охватывает период с 1990 по 2023 год включительно.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ данных Росстата и открытых источников свидетельствует о том, что российская сельскохозяйственная отрасль концентрируется очень быстрыми темпами, то есть количество активных сельскохозяйственных организаций уменьшается, а их размеры увеличиваются (рис. 1)

**Рис. 1.** Динамика количества активных и быстрорастущих сельскохозяйственных предприятий по количеству и обороту, ед. (составлено авторами по данным Росстата<sup>5</sup>)

**Fig. 1.** Dynamics of the number of active and fast-growing agricultural enterprises by number and turnover, units (compiled by the authors according to Rosstat data<sup>5</sup>)



<sup>1</sup> Институциональные преобразования в экономике. — URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/instituteconomics>

<sup>2</sup> Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур по Российской Федерации (по категориям хозяйств). — URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy#](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#)

<sup>3</sup> Методические указания по расчету объема и индекса производства продукции сельского хозяйства. <https://rosstat.gov.ru/statistics/instituteconomics/methodology>

<sup>4</sup> Методические указания по проведению годовых и текущих расчетов объемов реализации продукции растениеводства и животноводства в хозяйствах всех категорий. <https://rosstat.gov.ru/statistics/instituteconomics/methodology>

<sup>5</sup> Институциональные преобразования в экономике. Росстат. — URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/instituteconomics>

Производство сельского хозяйства по категориям хозяйств по Российской Федерации. — URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy)

При этом анализ показал, что продуктивность использования сельскохозяйственных угодий новыми, более крупными сельскохозяйственными компаниями падает. Так, производство продукции животноводства в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий в РФ находится в тесной обратной корреляционной зависимости от размера сельскохозяйственных организаций ( $r = -0,938$ ): по мере роста размеров компаний падает эффективность использования сельскохозяйственных угодий.

Кроме того, установлено, что увеличение размеров сельскохозяйственных организаций сопровождается значительным сокращением поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах населения (рис. 2).

Выявлено, что между динамикой процесса концентрации сельскохозяйственной отрасли и динамикой количества крупного рогатого скота в хозяйствах населения существует выраженная корреляционная связь ( $r = 0,888$ ). Установлено, что увеличение размеров сельскохозяйственных организаций не только приводит к сокращению количества активных организаций, но и ускорению оттока населения из сельской местности и сокращению числа самозанятого населения в сельской местности. В частности, между показателями оттока сельского населения и показателями изменения количества активных сельскохозяйственных организаций обнаружена тесная корреляционная связь ( $r = 0,964$ ).

При этом очевидно, что в ближайшей перспективе сокращение поголовья крупного рогатого скота в домохозяйствах населения и сельскохозяйственных организациях не сможет компенсироваться ростом его количества в фермерских хозяйствах, в которых, как видно из диаграммы (рис. 3), ожидается замедление темпов роста количества поголовья скота.

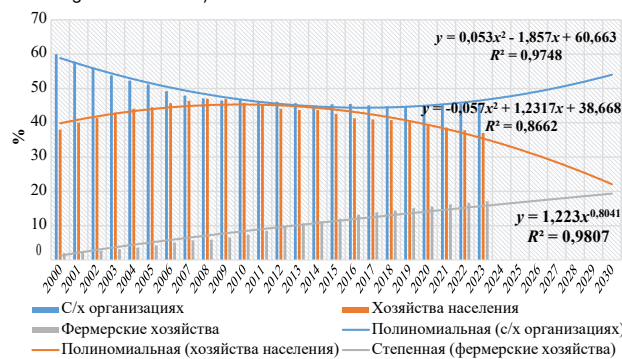
Кроме того, выявлено, что по мере уменьшения количества и роста размеров сельскохозяйственных организаций сокращаются совокупные размеры посевных площадей, обрабатываемых ими. Этот процесс находится в тесной прямой корреляционной зависимости ( $r = 0,959$ ): по мере уменьшения количества активных сельскохозяйственных организаций, но роста их размеров и расширения сельскохозяйственных угодий, занятых ими, сокращаются размеры посевных площадей и доля, занимаемая кормовыми культурами (рис. 4).

В частности, как видно из графика (рис. 4), доля посевных площадей под кормовые культуры, обрабатываемые крупными сельскохозяйственными организациями, к 2023 году сократилась более чем в два раза по сравнению с 2000-м. Прогнозируется и дальнейшее сокращение доли посевных площадей под эти культуры (более чем по 2% ежегодно) не только в сельскохозяйственных организациях, но и в фермерских хозяйствах. При этом наблюдается относительно устойчивый рост доли естественных кормов в хозяйствах самозанятого населения.

В контексте соблюдения требований Федерального закона «О развитии сельского хозяйства»<sup>9</sup> в РФ были реализованы ряд проектов (в частности, «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»<sup>10</sup>), позволившие решить основные

**Рис. 2.** Изменение доли хозяйствующих субъектов в общем количестве поголовья крупного рогатого скота в РФ (построено авторами по данным Росстата<sup>6</sup> «Структура поголовья сельскохозяйственных животных по категориям хозяйств»)

**Fig. 2.** Change in the share of economic entities in the total number of cattle in the Russian Federation (constructed by the authors according to Rosstat data<sup>6</sup> "Structure of livestock of farm animals by categories of farms")



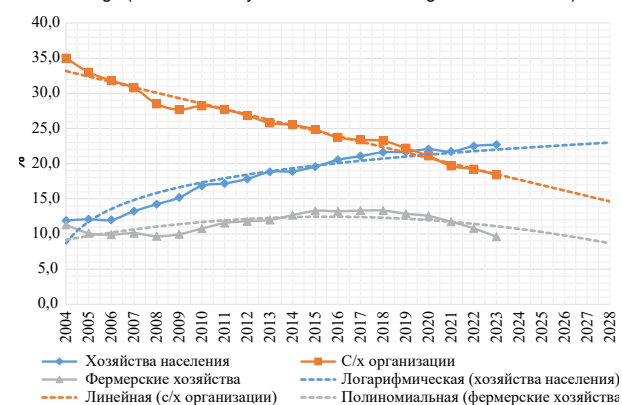
**Рис. 3.** Изменение количества крупного рогатого скота в хозяйствах различных категорий (построено авторами по данным Росстата<sup>7</sup>)

**Fig. 3.** Changes in the number of cattle in farms of various categories (built by the authors according to Rosstat data<sup>7</sup>)



**Рис. 4.** Динамика изменения доли кормовых культур в структуре посевных площадей (построено авторами по данным Росстата<sup>8</sup>)

**Fig. 4.** Dynamics of changes in the share of forage crops in the structure of acreage (constructed by the authors according to Rosstat data<sup>8</sup>)



проблемы продовольственной безопасности, развития внутреннего рынка многих видов продовольствия и выхода на внешние рынки. Кроме того, правительство и соответствующие ведомства планируют закрепить достигнутые результаты посредством реализации «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года»<sup>11</sup>. Однако реализуемая Правительством РФ программа «Стратегическое

<sup>6</sup> Структура поголовья сельскохозяйственных животных по категориям хозяйств. Росстат. — URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy#](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#)

<sup>7</sup> Поголовье сельскохозяйственных животных в Российской Федерации. Росстат. — URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy#](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#)

<sup>8</sup> Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур по Российской Федерации (по категориям хозяйств). Росстат. — URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy#](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#)

<sup>9</sup> Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О развитии сельского хозяйства».

<sup>10</sup> Паспорт государственной программы (комплексной программы) Российской Федерации «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (утв. Правительством РФ 24.12.2022 № ММ-П11-22479). — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_437099/?ysclid=lsud8a8ml560946806](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_437099/?ysclid=lsud8a8ml560946806)

<sup>11</sup> Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р (ред. от 23.11.2023) «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_426435/?ysclid=lsudcjpfoz809284332](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/?ysclid=lsudcjpfoz809284332)

направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года», ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»<sup>12</sup> и т. п., целями которых являются трансформация АПК в цифровое пространство, обеспечение межведомственного взаимодействия при учете, мониторинге и анализе эффективности использования сельскохозяйственных земель, внедрение цифровых технологий и платформенных решений, достижение «цифровой зрелости», повышение цифровой грамотности работников предприятий и т. п., не предусматривают трансформацию действующих бизнес-структур в бизнес-экосистемы.

При этом, как доказывает российский и мировой опыт, бизнес-экосистемы, построенные на принципах шеринг-экономики, совместного потребления, распределенного пользования и замкнутого экономического цикла, являются более эффективными благодаря тесному и заинтересованному взаимодействию компаний из различных отраслей и различных форматов, рациональному распределению ограниченных природных и человеческих ресурсов.

Мировой и отечественный опыт свидетельствует о значительной эффективности малых форматов (фермерские хозяйства, хозяйства самозанятого населения и т. п.) производителей мясной продукции. Институциональные перемены, происходящие в сельском хозяйстве России, характеризуются появлением крупных сельскохозяйственных гигантов за счет поглощения или выдавливания средних и малых сельскохозяйственных предприятий, сокращением численности сельского населения и уменьшением количества домохозяйств, занятых производством сельхозпродукции. Об этом свидетельствует тесная корреляционная связь между динамикой показателей концентрации сельскохозяйственной отрасли и изменением количества крупного рогатого скота в хозяйствах населения ( $r = 0,888$ ). Это является свидетельством того, что крупные компании и мелкие производители сельскохозяйственной продукции, в том числе производители мяса, не только не кооперируют свои усилия для более эффективного использования ограниченных природных и человеческих ресурсов на основе принципов шеринг-экономики, но часто конкурируют между собой. В результате такого противостояния мелкие сельхозпроизводители, не имея достаточного количества ресурсов и инновационно-цифровых компетенций для осуществления бизнеса в условиях современного рынка, вынуждены покинуть этот сектор.

Эти перемены, приводящие к концентрации отрасли под эгидой небольшого числа крупных компаний, сопровождаются падением эффективности эксплуатации сельскохозяйственных угодий, оттоком населения из сельской местности и, как следствие, дефицитом трудовых ресурсов. Наиболее целесообразными направлениями развития сельского хозяйства в сложившихся условиях могут выступать кластерный подход и трансформация существующих бизнес-моделей в бизнес-экосистемы, построенные на основе тесного взаимодействия предприятий из разных отраслей и сфер деятельности, крупных и малых предприятий. При этом крупные компания должны поощрять инициативу сельских жителей по расширению сельскохозяйственной деятельности, в первую очередь за счет увеличения мясомолочного скота. Такой

подход может замедлить отток населения из сельской местности и, как следствие, обеспечить крупные предприятия трудовыми ресурсами.

Кроме того, предлагаемая отдельными исследователями специализация мясной отрасли в качестве инструмента для решения проблем мясного рынка может обеспечить компании устойчивость только в составе бизнес-экосистемы, которая позволяет объединить усилия компаний из смежных отраслей экономики, разных форматов и самих потребителей в единую систему, позволяет эффективнее использовать ограниченные природные и человеческие ресурсы, инвестиционно-инновационный потенциал и технико-технологические возможности субъектов рынка на основе принципов шеринг-экономики (экономики распределенного пользования). Вовлечение в экосистему малых форматов сельскохозяйственных предприятий и самозанятого населения создаст базу для устойчивого развития отрасли и решения проблем мясного сектора.

### Выводы/Conclusions

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Институциональные перемены, происходящие в сельском хозяйстве Российской Федерации, свидетельствуют о том, что в отрасли быстрыми темпами происходит процесс ее концентрации, которая характеризуется уменьшением числа активных сельскохозяйственных организаций при значительном росте их размеров, сокращением количества крупного рогатого скота и падением эффективности использования сельскохозяйственных угодий.

2. Уменьшение количества активных сельскохозяйственных организаций и увеличение их размеров сопровождаются ускорением оттока сельского населения и сокращением в сельской местности количества домохозяйств, занятых выращиванием крупного рогатого скота и производством иной сельскохозяйственной продукции.

3. Сокращение количества крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях и домохозяйствах, который носит устойчивый характер, является основной причиной ухудшения ситуации на российском рынке говядины. При этом некоторая положительная динамика роста поголовья крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах не позволяет компенсировать сокращение их количества в отрасли.

4. Авторы пришли к выводу о том, что проблемы российского мясного рынка могут быть решены посредством кластерного подхода и трансформации действующих бизнес-моделей в бизнес-экосистемы, которые предполагают тесное взаимовыгодное сотрудничество и кооперацию усилий крупных сельскохозяйственных организаций, фермерских хозяйств, самозанятого населения, образовательных и научных учреждений и других субъектов рынка для преодоления проблем, создаваемых переменами в глобальной рыночной среде.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегических планов развития сельскохозяйственного сектора экономики, развития мясной отрасли страны и для обоснования программ трансформации действующих в сельском хозяйстве бизнес-моделей в более эффективные бизнес-экосистемы.

<sup>12</sup> Распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.». — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403236609/?ysclid=lsudjldew3363706725>

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. Сударев Н.П., Шаркаева Г.А., Герасимов А.А., Чаргеишвили С.В., Абрамян А.С., Абдуллаев М.М. Место России на мировом рынке производства и потребления мяса. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2022; (1): 41–47. <https://www.elibrary.ru/ubbfm>
2. Шабалина Л.В., Герасименко А.А. Основные тренды развития мирового рынка мяса. *Вестник Донецкого национального университета. Серия V: Экономика и право*. 2020; (1): 156–163. <https://www.elibrary.ru/zbtuqk>
3. Иванова О.Е. Перспективы развития мирового рынка мяса. *Аграрный вестник Нечерноземья*. 2021; (4): 59–65. [https://doi.org/10.52025/2712-8679\\_2021\\_04\\_59](https://doi.org/10.52025/2712-8679_2021_04_59)
4. Лисковецкая Т.П. Производство и потребление мяса в мире: текущая ситуация и перспективы. *АПК: экономика, управление*. 2021; (7): 47–56. <https://doi.org/10.33305/217-47>
5. Видякин А.В. Проблемы и направления развития производства говядины на региональном уровне. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(1): 62–66. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10112>
6. Федотова Г.В., Джанчарова Г.К., Капустина Ю.А., Болаев Б.К. Перспективы развития мясного скотоводства России в условиях кооперации. *Аграрная Россия*. 2023; (11): 26–31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-11-26-31>
7. Хайруллина О.И. Тенденции производства и потребления основных видов мяса в России. *Креативная экономика*. 2021; 15(5): 2245–2260. <https://doi.org/10.18334/ce.15.5.112098>
8. Фролова Е.Ю. Внешний рынок как фактор развития производства мяса крупного рогатого скота в Российской Федерации. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(4): 15–20. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10403>
9. Ларичев А.Ю., Рожков К.А., Skorobogatova V.A. Обеспечение продовольственной безопасности России. *Экология и развитие общества*. 2021; (2–3): 19–24. <https://www.elibrary.ru/xeosuy>
10. Кучеренко О.И., Попкова Е.В. Функционирование мясного подкомплекса России: состояние, тенденции, проблемы. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018; (1): 221–227. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.221>
11. Богомолова И.П., Котарев А.В., Василенко И.Н. Тенденции и перспективы развития отрасли животноводства мясопродуктового подкомплекса в условиях ресурсосбережения и государственного управления. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2019; 81(2): 301–311. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-301-311>
12. Костюк Р. Отрасль ждет перемен. *Животноводство России*. 2021; (S2): 62–65. <https://www.elibrary.ru/btrcxa>
13. Абдикеримова Г.И., Куланова Д.А., Есболова А.Е., Кыдырбаева К.Н., Молдабеков Б. Инвестиции и мясной хаб: сдерживающие факторы и практика зарубежного опыта. *Статистика, учет и аудит*. 2021; (2): 40–46 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2021-2.06>
14. Воротников И.Л., Муравьева М.В., Петров К.А. Рекомендационная система импортозамещения животноводческой продукции. *Агрофорсайт*. 2019; (1): 3. <https://www.elibrary.ru/hlgxvr>
15. Агнаева И.Ю. Направления и механизмы совершенствования методологии эффективного функционирования отрасли мясного животноводства России. *Экономика сельского хозяйства России*. 2019; (11): 87–94. <https://doi.org/10.32651/1911-87>
16. Худякова Е.В., Стратонович Ю.Р. Развитие сельскохозяйственной потребительской кооперации в мясном подкомплексе: проблемы, тенденции, инструменты и механизмы поддержки. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2019; (3): 73–80. <https://www.elibrary.ru/larzoi>
17. Флегонтов В.И., Битарова Л.А. Актуальные вопросы состояния предприятий мясоперерабатывающей отрасли в Российской Федерации. *Актуальные проблемы социально-экономического развития России*. 2020; (4): 5–10. <https://www.elibrary.ru/qxkqqu>
18. Алоян Г.Н. Угрозы и риски в сфере импортозамещения производства продукции мясоперерабатывающей отрасли. *Инновационное развитие экономики*. 2021; (2–3): 335–341. [https://doi.org/10.51832/2223-7984\\_2021\\_2-3\\_335](https://doi.org/10.51832/2223-7984_2021_2-3_335)

## REFERENCES

1. Sudarev N.P., Sharkaeva G.A., Gerasimov A.A., Chargeishvili S.V., Abrahamyan A.S., Abdullaliev M.M. Place of Russia in the world market production and meat consumption. *Agrarny vestnik Verkhnevolzhya*. 2022; (1): 41–47 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ubbfm>
2. Shabalina L.V., Gerasimenko A.A. The main trends in the development of the global meat market. *Agrarian Bulletin of the non-Chernozem region. Seriya V: Ekonomika i pravo*. 2020; (1): 156–163 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zbtuqk>
3. Ivanova O.E. Prospects for the development of the global meat market. *Agrarian Bulletin of the non-Chernozem region*. 2021; (4): 59–65 (in Russian). [https://doi.org/10.52025/2712-8679\\_2021\\_04\\_59](https://doi.org/10.52025/2712-8679_2021_04_59)
4. Liskovetskaya T.P. World meat production and consumption: current situation and prospects. *AIC: economics, management*. 2021; (7): 47–56 (in Russian). <https://doi.org/10.33305/217-47>
5. Vidyakin A.V. Beef production problems and development directions at the regional level. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2020; 34(1): 62–66 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10112>
6. Fedotova G.V., Dzhancharova G.K., Kapustina Yu.A., Bolaev B.K. Prospects for the development of beef cattle breeding in Russia in terms of cooperation. *Agrarian Russia*. 2023; (11): 26–31 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-11-26-31>
7. Khairullina O.I. Trends in the production and consumption of the main types of meat in Russia. *Journal of Creative Economy*. 2021; 15(5): 2245–2260 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/ce.15.5.112098>
8. Frolova E.Yu. Foreign market as a factor in the development of cattle meat production in the Russian Federation. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2020; 34(4): 15–20 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10403>
9. Larichev A.Yu., Rozhkov K.A., Skorobogatova V.A. Ensuring food security in Russia. *Ecology and development of society*. 2021; (2–3): 19–24 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xeosuy>
10. Kucherenko O.I., Popkova E.V. Functioning of the meat subcomplex of Russia: its state, trends and problems. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2018; (1): 221–227. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.221>
11. Bogomolova I.P., Kotarev A.V., Vasilenko I.N. Trends and prospects for the development of the livestock industry of the meat and food subcomplex in terms of resource saving and public administration. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019; 81(2): 301–311 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-301-311>
12. Kostyuk R. The sector is waiting for changes. *Animal Husbandry of Russia*. 2021; (S2): 62–65 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/btrcxa>
13. Abdikerimova G.I., Kulanova D.A., Yesbolova A.E., Kydyrbayeva K.N., Moldabekov B. Investment and the meat hub: constraints and the practice of foreign experience. *Statistics, Accounting and Audit*. 2021; (2): 40–46. <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2021-2.06>
14. Vorotnikov I.L., Muravyeva M.V., Petrov K.A. Recommendation system for import substitution of livestock products. *Agroforsite*. 2019; (1): 3 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hlgxvr>
15. Agnaeva I.Yu. Directions and mechanisms for improving the methodology of effective functioning of the meat livestock industry in Russia. *Economics of Agriculture of Russia*. 2019; (11): 87–94 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/1911-87>
16. Khudyakova E.V., Stratonovich Yu.R. Development of agricultural consumer cooperation in the meat sub-complex: problems, trends, tools and support mechanisms. *Fundamental and applied research studies of the economics cooperative sector*. 2019; (3): 73–80 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/larzoi>
17. Flegontov V.I., Bitarova L.A. Current issues of meat processing enterprises in the Russian Federation. *Actual problems of social-economic development of Russia*. 2020; (4): 5–10 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qxkqqu>
18. Aloyan G.N. Threats and risks in the field of import substitution of production in the meat industry. *Innovative development of economy*. 2021; (2–3): 335–341 (in Russian). [https://doi.org/10.51832/2223-7984\\_2021\\_2-3\\_335](https://doi.org/10.51832/2223-7984_2021_2-3_335)

19. Кузьмин В.Н., Кузьмина Т.Н. Состояние мясного скотоводства Российской Федерации. *Техника и технологии в животноводстве*. 2020; (3): 4–10.  
<https://www.elibrary.ru/epyaho>
20. Попов А.В., Петров О.Ю. Стратегия развития мясоперерабатывающего предприятия в условиях санкционной политики. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2020; 6(1): 115–120.  
<https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-115-120>
21. Гармаев Д.Ц., Цыдыпова А.В. Мясное скотоводство в Республике Бурятия: проблемы и перспективы развития. *Научное обозрение: теория и практика*. 2021; 11(7): 2070–2082.  
<https://doi.org/10.35679/2226-0226-2021-11-7-2070-2082>
22. Чинаров В.И. Молочное и мясное скотоводство России: проблемы и перспективы. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2019; (2): 8–11.  
<https://www.elibrary.ru/yfwmx>
23. Руднев М.Ю., Руднева О.Н. Повышение эффективности мясного скотоводства Саратовской области за счет размещения и специализации предприятий. *Региональные агросистемы: экономика и социология*. 2018; (4): 12.  
<https://www.elibrary.ru/piljsn>
24. Рябов О.В. Рынок говядины как маркер развития отечественной сельскохозяйственной отрасли. Инструменты прогноза производственных показателей. *ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия*. 2022; 19(9): 43–53.  
<https://www.elibrary.ru/agmkoe>
25. Шалаева Л.В. Животноводство Пермского края: тенденции, проблемы, перспективы. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2022; (5): 23–28.  
<https://www.elibrary.ru/eecuzo>
26. Воденников О.Г. Социально-экономические условия функционирования регионального рынка говядины: проблемы и перспективы. *Аграрная Россия*. 2020; (4): 38–42.  
<https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-4-38-42>
27. Петрунина И.В. Перспективы развития мясной отрасли при законодательном обеспечении деятельности оптовых рынков скота. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2022; (9): 9–13.  
<https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-9-9-13>
28. Осянин Д.Н., Небурчилова Н.Ф., Петрунина И.В. Основные экспортные возможности и препятствия в мясной отрасли АПК Российской Федерации. *Проблемы прогнозирования*. 2019; (3): 60–64.  
<https://www.elibrary.ru/xdudzd>
29. Дорощев А.Ф., Калинчик Н.В., Лебедь В.Н., Калинчик С.Н. Перспективные направления инновационного развития отрасли свиноводства. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2020; (4): 263–273.  
<https://www.elibrary.ru/xqtwcc>
30. Серегин С.Н., Панаедова Г.И., Магомедов А.Н.Д. Перспективы развития национального и региональных рынков мяса и мясной продукции. Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2011; 22: 15–22.  
<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-natsionalnogo-i-regionalnyh-rynkov-myasa-i-myasnoy-produktsii> (дата обращения: 30.01.2024).
31. Blijleven V., van Angeren J., Jansen S., Brinkkemper S. An evolutionary economics approach to ecosystem dynamics. *2013 7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)*. IEEE. 2013; 19–24.  
<https://doi.org/10.1109/DEST.2013.6611323>
32. Xu Y., Hazée S., So K.K.F., Li K.D., Malthouse E.C. An evolutionary perspective on the dynamics of service platform ecosystems for the sharing economy. *Journal of Business Research*. 2021; 135: 127–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.056>
33. Lazazzara A., Ricciardi F., Za S. Introduction to Digital Ecosystem. Lazazzara A., Ricciardi F., Za S. (eds.). *Exploring Digital Ecosystems. Organizational and Human Challenges. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2020; 1–7.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-23665-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23665-6_1)
34. Okano M.T., Antunes S.N., Eloy Fernandes M.E. Digital transformation in the manufacturing industry under the optics of digital platforms and ecosystems. *Independent Journal of Management & Production*. 2021; 12(4): 1139–1159.  
<https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i4.1375>
35. Savastano M., Amendola C., D'Ascenzo F. How Digital Transformation is Reshaping the Manufacturing Industry Value Chain: The New Digital Manufacturing Ecosystem Applied to a Case Study from the Food Industry. Lamboglia R., Cardoni A., Dameri R., Mancini D. (eds.). *Network, Smart and Open. Three Keywords for Information Systems Innovation. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2018; 127–142.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-62636-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62636-9_9)
36. Savastano M., Bellini F., D'Ascenzo F. FabLab and Digital Manufacturing: Innovative Tools for Social Innovation and Value Co-creation. Dal Zotto C., Omidi A., Aoun G. (eds.). *Smart Technologies for Organizations. Managing a Sustainable and Inclusive Digital Transformation. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2023; 193–214.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-24775-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24775-0_12)
19. Kuzmin V.N., Kuzmina T.N. State of beef cattle breeding of Russian Federation. *Machinery and technologies in livestock*. 2020; (3): 4–10 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/epyaho>
20. Popov A.V., Petrov O.Yu. Development strategy of a meat processing enterprise in the context of sanctions policy. *Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences*. 2020; 6(1): 115–120 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-115-120>
21. Garmayev D.Ts., Tsydyypova A.V. Cattle breeding in the Republic of Buryatia: problems and prospects of development. *Science review: theory and practice*. 2021; 11(7): 2070–2082 (in Russian).  
<https://doi.org/10.35679/2226-0226-2021-11-7-2070-2082>
22. Chinarov V.I. Milk and meat cattle breeding of Russia: problems and prospects. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2019; (2): 8–11 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/yfwmx>
23. Rudnev M.Yu., Rudneva O.N. Increase in efficiency of meat cattle breeding of the Saratov region due to placement and specialization of the enterprises. *Regional Agrosystems: Economics and Sociology*. 2018; (4): 12 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/piljsn>
24. Ryabov O.V. Beef market as a marker of the development of the domestic agricultural industry. Tools for forecasting production indicators. *FES: Finance. Economy. Strategy*. 2022; 19(9): 43–53 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/agmkoe>
25. Shalayaeva L.V. Animal husbandry of the Perm region: trends, problems, prospects. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2022; (5): 23–28 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/eecuzo>
26. Vodennikov O.G. Socio-economic conditions of functioning of the regional beef meat market: problems and prospects. *Agrarian Russia*. 2020; (4): 38–42 (in Russian).  
<https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-4-38-42>
27. Petrunina I.V. Prospects for the development of the meat industry with legislative support for the activities of wholesale livestock markets. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2022; (9): 9–13 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-9-9-13>
28. Osyanyan D.N., Neburchilova N.F., Petrunina I.V. Major Export Opportunities and Obstacles in the Meat Industry of the Russian Federation's Agro-Industrial Complex. *Studies on Russian Economic Development*. 2019; 30(3): 275–278.  
<https://doi.org/10.1134/S1075700719030122>
29. Dorofeev A.F., Kalinchik N.V., Lebed V.N., Kalinchik S.N. Perspective trends of innovative development of the pig industry. *Innovations in agricultural complex: problems and perspectives*. 2020; (4): 263–273 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/xqtwcc>
30. Seregin S.N., Panaedova G.I., Magomedov A.N.D. Prospects for the development of national and regional markets for meat and meat products. *National interests: priorities and security*. 2011; 22: 15–22 (in Russian).  
<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-natsionalnogo-i-regionalnyh-rynkov-myasa-i-myasnoy-produktsii> (access date: 01.30.2024).
31. Blijleven V., van Angeren J., Jansen S., Brinkkemper S. An evolutionary economics approach to ecosystem dynamics. *2013 7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)*. IEEE. 2013; 19–24.  
<https://doi.org/10.1109/DEST.2013.6611323>
32. Xu Y., Hazée S., So K.K.F., Li K.D., Malthouse E.C. An evolutionary perspective on the dynamics of service platform ecosystems for the sharing economy. *Journal of Business Research*. 2021; 135: 127–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.056>
33. Lazazzara A., Ricciardi F., Za S. Introduction to Digital Ecosystem. Lazazzara A., Ricciardi F., Za S. (eds.). *Exploring Digital Ecosystems. Organizational and Human Challenges. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2020; 1–7.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-23665-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23665-6_1)
34. Okano M.T., Antunes S.N., Eloy Fernandes M.E. Digital transformation in the manufacturing industry under the optics of digital platforms and ecosystems. *Independent Journal of Management & Production*. 2021; 12(4): 1139–1159.  
<https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i4.1375>
35. Savastano M., Amendola C., D'Ascenzo F. How Digital Transformation is Reshaping the Manufacturing Industry Value Chain: The New Digital Manufacturing Ecosystem Applied to a Case Study from the Food Industry. Lamboglia R., Cardoni A., Dameri R., Mancini D. (eds.). *Network, Smart and Open. Three Keywords for Information Systems Innovation. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2018; 127–142.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-62636-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62636-9_9)
36. Savastano M., Bellini F., D'Ascenzo F. FabLab and Digital Manufacturing: Innovative Tools for Social Innovation and Value Co-creation. Dal Zotto C., Omidi A., Aoun G. (eds.). *Smart Technologies for Organizations. Managing a Sustainable and Inclusive Digital Transformation. Conference proceedings*. Cham: Springer. 2023; 193–214.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-24775-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24775-0_12)



## ОБ АВТОРАХ

**Ибрагим Агаевич Рамазанов<sup>1, 2</sup>**

доктор экономических наук, профессор  
iaramazanov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9770-9117>

**Мария Андреевна Николаева<sup>1, 3</sup>**

доктор технических наук, профессор  
man1408@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9030-5118>

**Сейфуллах Агаевич Рамазанов<sup>4</sup>**

доктор экономических наук, профессор  
ram-nn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-9213-6720>

<sup>1</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, пр-т Вернадского, 82, Москва, 119571, Россия

<sup>2</sup> Российский экономический университета им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, Москва, 117997, Россия

<sup>3</sup> Государственный академический университет гуманитарных наук, Мароновский пер., 26, Москва, 119049, Россия

<sup>4</sup> Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, ул. им. Минина, 24, Нижний Новгород, 603155, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Ibrahim Agaevich Ramazanov<sup>1, 2</sup>**

Doctor of Economics, Professor  
iaramazanov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9770-9117>

**Maria Andreevna Nikolaeva<sup>1, 3</sup>**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
man1408@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9030-5118>

**Seifullah Agayevich Ramazanov<sup>4</sup>**

Doctor of Economics, Professor  
ram-nn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0009-0007-9213-6720>

<sup>1</sup> Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, 82 Vernadsky Ave., Moscow, 119571, Russia

<sup>2</sup> Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russia

<sup>3</sup> State Academic University of Humanities, 26 Maronovsky Lane, Moscow, 119049, Russia

<sup>4</sup> Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, 24 Minin Str., Nizhny Novgorod, 603155, Russia

С 25 по 26 июня

# III Международный ветеринарный форум по свиноводству

ОРГАНИЗАТОРЫ:



Национальный союз свиноводов



Международная промышленная академия

Форум пройдет на площадке Международной промышленной академии. К участию в мероприятии приглашаются ветеринарные и зооинженерные специалисты агропромышленных и свиноводческих комплексов, холдингов и компаний, комбикормовых предприятий, федеральных и региональных органов управления АПК, отечественных и зарубежных фирм-производителей и поставщиков ветеринарных препаратов, отраслевых СМИ, ученые НИИ и вузов (университетов).

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ НА ФОРУМЕ:

- состояние и приоритетные направления развития отечественного свиноводства в России;
- влияние боевых действий на работу промышленных свиноводческих предприятий в приграничных районах, влияние на производство, переработку, поставки свинины на экспорт, в том числе в Китай;
- ветеринарная безопасность в промышленном свиноводстве по наиболее экономически значимым вирусным болезням свиней, репродуктивно-респираторный синдром свиней; обеспечение промышленных свиноводческих предприятий вакцинами для свиней: объемы, ассортимент, ожидаемая эффективность доступных препаратов; планы компаний по обеспечению рынка РФ;
- ситуация с кормами в текущий период — проекты импортозамещения; специфика кормления в свиноводстве; микозы и основные кормовые микотоксикозы свиней; методы и приборы контроля качества, а также безопасности сырья и кормов;
- реализация высокого отечественного генетического потенциала свиней;
- управленческие решения и нормативно-правовое регулирование в рамках борьбы с основными болезнями свиней в современных реалиях; система ветеринарного надзора в РФ; обращение лекарственных средств для ветеринарного применения.

## СПРАВКИ И ЗАЯВКИ

## МПА:

Заведующая кафедрой отраслей животноводства и комбикормового производства профессор  
**ЩербакOVA Ольга Евгеньевна**  
Тел/факс 8 (495) 959-71-06  
scherbakova@grainfood.ru

Доцент кафедры отраслей животноводства и комбикормового производства  
**Агеева Ксения Михайловна**  
Тел/факс 8 (499) 235-48-27  
a89057777955@yandex.ru

Декан  
**Карцева Ольга Павловна**  
Тел/факс 8 (499) 235-95-79  
dekanat@grainfood.ru

## НСС:

Главный эксперт по развитию отрасли  
**Аксаньян Григорий Степанович**  
Тел. 8 (495) 690-53-17,  
моб. 8 (929) 901-89-49  
next@nssf.ru

В рамках форума пройдут выставка отечественных и зарубежных фирм-производителей и поставщиков оборудования для свиноводства и ветеринарных препаратов, отраслевой научно-производственной и нормативно-технической литературы, техническая экскурсия, деловые встречи и переговоры.

Проведение форума предусмотрено в комбинированном режиме — офлайн (личное участие) и онлайн (видеотрансляция).



М. М. Хисматуллин<sup>1</sup> ✉А. А. Лукманов<sup>2</sup>М. М. Хисматуллин<sup>3</sup>Т. Б. Хакимов<sup>1</sup>М. Г. Кузнецов<sup>1</sup>Ч. М. Куракова<sup>1</sup><sup>1</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия<sup>2</sup> Центр агрохимической службы «Татарский», Казань, Россия<sup>3</sup> Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Приволжскому федеральному округу, Казань, Россия

✉ marsemansurovic@mail.ru

Поступила в редакцию:  
29.01.2024Одобрена после рецензирования:  
12.04.2024Принята к публикации:  
25.04.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-136-143

Marsel M. Khismatullin<sup>1</sup> ✉Anas A. Lukmanov<sup>2</sup>Mars M. Khismatullin<sup>3</sup>Timur B. Khakimov<sup>1</sup>Maxim G. Kuznetsov<sup>1</sup>Chulpan M. Kurakova<sup>1</sup><sup>1</sup> Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia<sup>2</sup> Agrochemical Service Center «Tatarsky», Kazan, Russia<sup>3</sup> Department of Land Reclamation and Agricultural Water Supply for the Volga Federal District, Kazan, Russia

✉ marsemansurovic@mail.ru

Received by the editorial office:  
29.01.2024Accepted in revised:  
12.04.2024Accepted for publication:  
25.04.2024

# Современное состояние и экономическая эффективность мелиоративного земледелия в Республике Татарстан в условиях роста аридности климата

## РЕЗЮМЕ

Работа посвящена анализу и оценке влияния изменения климата на эффективность сельскохозяйственного товаропроизводства в Республике Татарстан и мелиоративным мерам преодоления негативного его влияния на результативность аграрной сферы. Исследования агрометеорологических данных за 1900–2021 гг. свидетельствуют о надвигающемся росте аридности климата в регионе. Анализ современных условий развития мелиоративной отрасли и ее экономической эффективности показал, что 1,5% площади пашни под орошением позволяют произвести до 18% продукции растениеводства республики, что, безусловно, свидетельствует о высокой степени ее эффективности. Установлено, что природно-климатический потенциал республики позволяет довести масштабы оросительной мелиорации до 400 тыс. га, а для гарантированного обеспечения потребности Республики Татарстан в продуктах питания собственного производства необходимо орошаемых земель довести до 150 тыс. га, что позволяет говорить о высоком экспортном потенциале республики. Высокая эффективность мелиоративных мероприятий и существующие меры государственной поддержки, к сожалению, в должной степени не обеспечивают ее внедрения в производственную деятельность субъектов аграрного бизнеса в силу необходимости предварительного проведения излишне бюрократизированных изыскательских работ, согласований для получения проектно-сметной документации (ПСД). Предложены научно обоснованные меры развития мелиоративной отрасли, способствующие сохранению и восстановлению плодородия почв, водных ресурсов, уменьшению потери площади сельскохозяйственных угодий, кратному увеличению экономической эффективности аграрного производства.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, мелиорация, аридность климата, плодородие почв

**Для цитирования:** Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Хисматуллин М.М., Хакимов Т.Б., Кузнецов М.Г., Куракова Ч.М. Современное состояние и экономическая эффективность мелиоративного земледелия в Республике Татарстан в условиях роста аридности климата. *Аграрная наука*. 2024; 382(5): 136–143. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-136-143>

© Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Хисматуллин М.М., Хакимов Т.Б., Кузнецов М.Г., Куракова Ч.М.

# Current state and economic efficiency of ameliorative farming in the Republic of Tatarstan under conditions of climate aridity growth

## ABSTRACT

The review article is devoted to the analysis and assessment of the impact of climate change on the efficiency of agricultural commodity production in the Republic of Tatarstan and ameliorative measures to overcome its negative impact on the performance of the agrarian sphere. Studies of agrometeorological data for 1900–2021 testify to the impending growth of climate aridity in the region. The analysis of modern conditions of meliorative industry development and its economic efficiency has shown that 1.5% of arable land area under irrigation allows to produce up to 18% of crop production in the republic, which certainly indicates a high degree of its efficiency. It has been established that the natural-climatic potential of the republic allows to bring the scale of irrigation reclamation up to four hundred thousand hectares, and to guarantee the need of the Republic of Tatarstan in foodstuffs of own production it is necessary to bring the volume of irrigated lands up to 150 thousand hectares, which allows to speak about the high export potential of the republic. High efficiency of land reclamation measures and existing measures of state support unfortunately do not provide its implementation in production activity of agrarian business entities due to the need for preliminary overly bureaucratized survey works, approvals for obtaining design and estimate documentation (DED). The scientific and substantiated measures of land reclamation industry development are proposed, contributing to the preservation and restoration of soil fertility, water resources, reducing the loss of agricultural land area, a multiple increase in the economic efficiency of agricultural production.

**Key words:** economic efficiency, land reclamation, climate aridity, soil fertility

**For citation:** Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Khismatullin M.M., Khakimov T.B., Kuznetsov M.G., Kurakova Ch.M. Current state and economic efficiency of ameliorative farming in the Republic of Tatarstan under conditions of climate aridity growth. *Agrarian science*. 2024; 382(5): 136–143 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-136-143>

© Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Khismatullin M.M., Khakimov T.B., Kuznetsov M.G., Kurakova Ch.M.

## Введение/Introduction

Обеспечение населения страны натуральными и экологически доступными продуктами питания в объеме отвечающей рациональным нормам потребления необходимой для активного и здорового образа жизни, гарантированного новой Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации<sup>1</sup>, не представляется возможным без рационального и бережного использования, а также сохранения и повышения агрономической эффективности одного из главных факторов аграрного производства — земли. Решение данных задач невозможно без интенсификации и повышения экономической эффективности аграрного производства, что напрямую зависит от способности аграриев повысить урожайность сельскохозяйственных культур и качество пищевых продуктов, используя те почвы (земельные ресурсы, имеющий потенциал), которые эксплуатируются сейчас [1, 2]. Для этого наряду с комплексными агротехническими и экономическими мерами, направленными на укрепление здоровья агроэкосистем и обеспечивающими непрерывный рост валовых сборов всех сельскохозяйственных культур, необходимо широкое внедрение систем мелиоративного земледелия, способствующих сохранению и повышению плодородия почвы, преодолению ограничивающих рост эффективности возделывания агрокультур природно-климатических факторов, повышению экономической эффективности сельскохозяйственного товаропроизводства и в конечном счете достижению целей вышеназванной доктрины — сохранения государственного суверенитета Российской Федерации через обеспечение ее продовольственной независимости и безопасности, повышения уровня жизни населения, отвечающего высоким стандартам.

Особую роль в обеспечении продовольствием страны играет Республика Татарстан, где сельскохозяйственное товаропроизводство ведется в сложных природно-климатических условиях, где лимитирующим фактором производства является низкая влагообеспеченность вегетативного периода сельскохозяйственных культур. Несмотря на это республика, обладая 2,2% всех сельскохозяйственных угодий, производит более 4,5% валовой продукции сельского хозяйства, 6,5% молока в России, что невозможно было бы без применения эффективных систем земледелия на основе комплексного применения мелиоративных мероприятий [3, 4].

*Цели исследования* — анализ и оценка развития мелиоративного земледелия в Республике Татарстан и выработка научно обоснованных рекомендаций для ее развития.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования, направленные на оценку природно-климатических условий Республики Татарстан и современного состояния развития мелиоративного

земледелия, проводились на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Приволжскому федеральному округу» (Управление «Приволжскмелиоводхоз»<sup>2</sup>), его 13 филиалов, в ведении которых более 1000 мелиоративных сооружений, из них 870 прудов и водохранилищ, 8,7 тыс. км магистральных водопроводящих и водосбросных каналов, публичного АО «Трастовая компания «Татмелиорация»<sup>3</sup>, состоящего из проектной группы, созданного с нуля Казанского завода оросительной техники, 21 зонального строительного-монтажного подразделения, расположенных в муниципальных районах и ряда успешных сельскохозяйственных формирований, широко применяющих агро мелиорацию в Республике Татарстан.

Информационной базой проведенных исследований послужили данные Министерства сельского хозяйства РФ (МСХ РФ)<sup>4</sup>, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (МСХиП РТ)<sup>5</sup>, Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр агрохимической службы «Татарский»» (ФГБУ ЦАС)<sup>6</sup>, метеоданные Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН)<sup>7</sup>, а также цифровой материал, полученный в ходе эмпирических исследований анализа и оценки.

В качестве инструментария исследований применялись такие общенаучные методы, как системный подход, сравнение, метод систематизации и обобщения данных динамики среднегодовой температуры воздуха на территории Республики Татарстан с 1900 по 2021 г. и динамики изменения среднегодовой суммы осадков в Республике Татарстан за 1981–2021 гг.

Экономическую и агрономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур на орошении оценивали по методике ФГБНУ ВНИИ «Радуга»<sup>8</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В экономически развитых странах под оросительную мелиорацию отводится до 40% всей площади пашни. Всего в мире мелиорированы 17% сельскохозяйственных угодий, на них производится до 78% растениеводческой продукции, что свидетельствует о высокой значимости орошаемого земледелия для обеспечения продовольствием растущего населения земного шара<sup>9</sup> [4]. Однако в России, обладающей более 50% черноземными почвами планеты и более 20% мировых запасов пресной воды, орошаются всего 3,98 млн га, или 1% площади земель сельскохозяйственного назначения<sup>10</sup> [5]. Объем оросительной мелиорации в республике чуть менее 1,5%<sup>11</sup>.

В настоящее время ограничивающими факторами роста продуктивности сельскохозяйственных культур являются низкая влагообеспеченность при высоких термических ресурсах и сильная деградация почв, способствующая снижению ее плодородия [1, 2, 6].

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

<sup>2</sup> <https://privolzhskmeloio.ru>

<sup>3</sup> <http://tatmeleo.ru>

<sup>4</sup> <https://mcx.gov.ru>

<sup>5</sup> <https://agro.tatarstan.ru>

<sup>6</sup> <https://www.castatar.ru>

<sup>7</sup> <https://knc.ru/tatniva>

<sup>8</sup> Методические указания по нормированию орошения с учетом корректировки биологических коэффициентов, дифференциации почвенно-климатических условий и пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических факторов. Методические указания. Москва. 2022; 80.

<sup>9</sup> Землепользование в сельском хозяйстве в цифрах. — URL: <https://www.fao.org/sustainability/news/news/ru/c/1287543> (дата обращения: 20.11.2023).

<sup>10</sup> Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/603604725> (дата обращения: 20.11.2023).

<sup>11</sup> Система земледелия Республики Татарстан: В 3 ч. Ч. 1. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2013; 166.

Исследование динамики агрометеорологических данных за 1900–2021 гг. (рис. 1) и 2006–2021 гг. (рис. 2) в Республике Татарстан свидетельствует о надвигающемся росте аридности климата. Так, в летний вегетативный период температура воздуха оказалась выше среднееголетних значений в 13 годах, а в зимний период — в 10 годах, что привело к росту общей суммы активных температур и частоты повторения засушливых явлений [1, 2, 7].

По данным метеостанции Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН), скорость потепления за 10-летие в Республике Татарстан возросла в 5 раз по сравнению с прошлым веком: с 0,10 до 0,49 °С. В первые за историю метеонаблюдений сумма активных температур в 2020 году превысила 1455 °С при среднееголетней норме 1030 °С, что привело к уменьшению глубины промерзания почвы в зимний период на 68% и более раннему (на 22 дня) оттаиванию почвы, к причине увеличения периода с положительными среднесуточными температурами воздуха, что на 21 день увеличило активный вегетационный период сельскохозяйственных культур со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С.

Наряду с увеличением суммы активных температур произошло уменьшение среднегодовых объемов атмосферных осадков (рис. 3), особенно в весенне-летний период. Это критично для развития растений в мае — июне на 13,6%, августе — сентябре — на 12–16% [1, 2, 7].

Результаты исследований, проведенных учеными ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН и агрохимиками ЦАС «Татарский», свидетельствуют о снижении уровня залегания грунтовых вод, об ухудшении подпитки влагой корнеобитаемого слоя почвы, обмелении рек, о высыхании многих озер, а неуклонное повышение температуры воздуха и почвы в летне-осенний период привело к увеличению непроизводительного испарения влаги из почвы, что требует незамедлительного принятия соответствующих мелиоративных и агротехнических мер по интенсификации аграрной сферы [1, 2, 8].

Ключевое и наиболее эффективное направление интенсификации производства в растениеводстве, способствующее повышению экономической эффективности производства, сохранению и повышению плодородия почвы, снижению негативного воздействия природно-климатических факторов на производственные процессы на земле, — мелиорация [9, 10].

Наряду с изменением атмосферно-климатических условий, еще одной актуальной проблемой, сдерживающей рост эффективности сельскохозяйственного товаропроизводства и приводящей к ее снижению, требующей развития мелиорации, является ухудшение свойств почв вследствие интенсивной системы земледелия (по данным «РКЦ «Земля»<sup>12</sup>, за время институциональных преобразований и перехода к рыночным отношениям, начатым в начале 1990-х, наблюдается снижение балла продуктивности земель сельскохозяйственного назначения с 31,2 до 28,1) [5], нерационального использования почвенных ресурсов и неконтролируемого применения средств химизации.

Ежегодно в России деградирует порядка 1,5–2,0 млн га земель<sup>13</sup>, что приводит к истощению запасов питательных элементов и гумуса, ухудшению структуры почв, резкому снижению активности микроорганизмов и почвенной биоты, обострению экологической проблемы,

Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха на территории Республики Татарстан в 1900–2021 гг., °С

Fig. 1. Dynamics of average annual air temperature on the territory of the Republic of Tatarstan in 1900–2021, °C

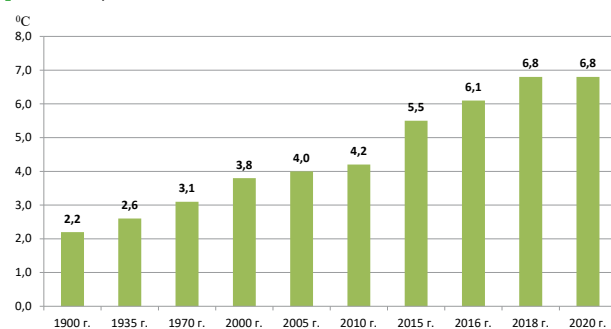


Рис. 2. Динамика среднегодовых температур воздуха на территории Республики Татарстан в 2008–2021 гг., °С

Fig. 2. Dynamics of average annual air temperatures in the Republic of Tatarstan in 2008–2021, °C

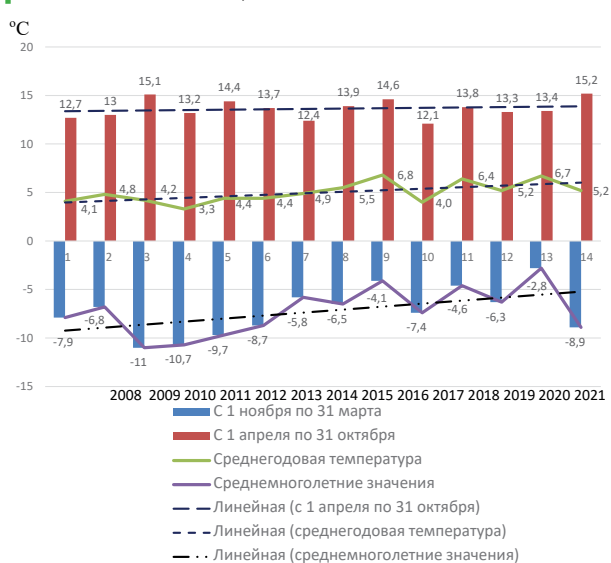
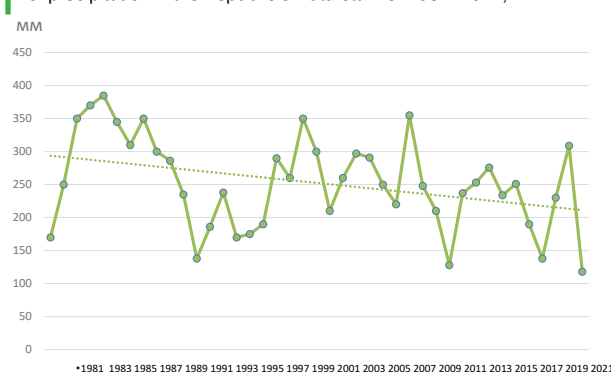


Рис. 3. Динамика изменения среднегодовой суммы осадков в Республике Татарстан за 1981–2021 гг., мм

Fig. 3. Dynamics of change in the average annual amount of precipitation in the Republic of Tatarstan for 1981–2021, mm



продолжают усиливаться эрозионные процессы, чему способствуют географическое положение республики, высокий уровень распаханности сельскохозяйственных угодий (более 76%) при низкой облесенности, агроландшафт, который характеризуется большой расчлененностью территории реками (более 3000 рек, на 1 км<sup>2</sup> приходится от 1 до 3 км рек и речек) [10, 11], развитостью овражной сети, рост которой ежегодно выводит из оборота свыше 1000 га сельхозугодий.

<sup>12</sup> <https://www.rkczemlya.ru>

<sup>13</sup> Деградация на миллиарды: в России истощены свыше 60% сельхозугодий.

<https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/22499-degradatsiya-na-milliardy-v-rossii-istoshcheny-svyshe-60-selkhozugodiy/>

Исследования показали, что один комплекс противоэрозионных мероприятий (включая противоэрозионный пруд) обходится в 2,5 млн руб. и защищает до 120 га земель от дальнейшего развития эрозионных процессов, срок окупаемости — 2 года, к тому же свыше 70% площади сельхозугодий расположены на склонах различной крутизны [7, 8]. Установлено, что с ливневыми стоками и талыми водами в среднем с 1 га пашни могут смываться до 22 т плодородной почвы. В масштабе только Республики Татарстан смыв плодородной почвы может привести к ежегодной потере до 700 тыс. т гумуса, что равносильно внесению до 10 млн т органических удобрений [5, 12, 13].

Одно из направлений мелиорации, доказавшее свою высокую эффективность в снижении вероятности возникновения и развития эрозионных процессов в плодородном слое почвы, — агролесомелиорация. Защитное лесоразведение в Татарстане рассматривается как важное направление государственной стратегии рационального использования природно-ресурсного потенциала, а также как инструмент коренного улучшения сельскохозяйственных земель, сохранения и повышения плодородия почв, сохранения окружающей среды, влияния на земельные ресурсы с целью повышения экономической эффективности их использования.

Вышеизложенное привело к созданию благоприятных условий для развития агролесомелиорации в Республике Татарстан. Так, в регионе 50 действующих лесных питомников, где каждый год производится порядка 35 млн шт. стандартного посадочного материала, в том числе более 12 млн семян с закрытой корневой системой в крупнейшем селекционно-семеноводческом центре-питомнике в Европе, находящемся в Сабинском районе, который производит собственный посадочный материал с улучшенными наследственными свойствами. Процент приживаемости семян — до 95–99. Это позволяет республике в рамках реализации государственных целевых программ по развитию мелиорации высаживать более 3000 га защитных лесополос [6].

На качество и количество производимой продукции сельского хозяйства, а также на экономическую эффективность земледелия существенное влияние оказывает агрохимический состав почвы — в данном случае повышенная кислотность, отрицательно влияющая на развитие и продуктивность большинства возделываемых на территории республики культур, к тому же приводящая к уменьшению (до 70%) результативности внесения минеральных удобрений.

Аграрная наука на данном этапе своего развития выработала довольно широкий инструментарий для ее регулирования, и одним из действенных приемов в рамках мелиоративного земледелия является известкование. Доля сильнокислых почв в Татарстане составляет 26 тыс. га, среднекислых — 245 тыс. га, слабокислых — 1072 тыс. га (все кислые почвы занимают 1,343 млн га), нейтральных — 56,1%.

По оценкам экспертов, недобор растениеводческой продукции только из-за повышенной кислотности в сравнении с урожаем, который можно получить при оптимальной реакции среды, может достигать 900 тыс. т зерновых единиц. Так, в 2023 году в республике проведено известкование на 66 024 га, внесено дефеката сахарного производства на 67 837 га, фосфоритование — на 2995 га. Известкование кислых почв способствует улучшению структуры почвы, повышению ее

водопрочности и водопроницаемости, а также аэрации, что в свою очередь приводит к активизации деятельности полезных почвенных микроорганизмов и улучшению питания растений, повышению агрономической эффективности удобрений и т. д. [5, с. 71].

Нарастающий рост аридности климата, широко проявляющийся последние четыре десятилетия, деградация и снижение плодородия почвы, расширение почвенной эрозии и, как следствие, снижение эффективности аграрного производства подтолкнули руководство Республики Татарстан и Министерство сельского хозяйства и продовольствия к признанию мелиоративного земледелия приоритетным направлением интенсификации отрасли и широкому участию в реализации федеральных программ и проектов по развитию мелиорации, а также разработке республиканских государственных программ, направленных на техническое перевооружение объектов мелиорации, капитальный ремонт гидротехнических сооружений, известкование кислых почв, бурение скважин, установку водонапорных башен [12, 13].

По данным ФГБУ «Татмеловодхоз», за последние восемь лет на развитие мелиорации в республике были привлечены более 6,5 млрд руб. бюджетных и 1,5 млрд частных инвестиций, что позволило построить и реконструировать более 455 ГТС общим дебетом до 110 млн м<sup>3</sup> воды, проложить более 321 км водопровода, ввести в эксплуатацию 38 тыс. га новых орошаемых земель, посадить 29,7 тыс. га защитных лесополос и сохранить от эрозии 137 тыс. га сельскохозяйственных угодий [2, 14].

За 2021–2023 годы финансирование мелиоративных объектов в Республике Татарстан в рамках реализации целевых программ и привлечения частных инвестиций на ее развитие составило более 3,5 млрд руб. (табл. 1).

В 2022 году выделены и освоены субсидии в объеме 715,6 млн руб. в рамках ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса» и федерального проекта «Экспорт продукции агропродовольственного комплекса». Из республиканского бюджета — 376,4 млн руб. в рамках республиканской целевой программы. Кроме данных средств, из регионального бюджета субсидировались еще затраты на известкование кислых почв в объеме 138,8 млн руб. Общий объем субсидирования составил 1,23 млрд руб.

Субсидии позволили аграриям компенсировать 50% затрат на строительство, реконструкцию, техническое

**Таблица 1. Финансирование мелиоративных объектов в Республике Татарстан в рамках реализации целевых программ по развитию мелиорации, млн руб. (без известкования)\***

**Table 1. Financing of land reclamation objects in the Republic of Tatarstan within the framework of implementation of target programs on land reclamation development, million rubles (without liming)**

Источник финансирования	Год			Всего за три года	В % к всего
	2021	2022	2023 (план, млн руб. / факт, %)		
Из бюджета РФ, млн руб.	260	715,6	623,6/87	1599,2	45
Из бюджета РТ, млн руб.	368	376,4	454/121%	1198,4	34
Средства хозяйств, млн руб.	122	433,1	168,9/39	724	21
<b>Всего</b>	<b>750</b>	<b>1525,1</b>	<b>1246,5/82</b>	<b>3521,6</b>	<b>100</b>

Примечание: \* таблица составлена на основе данных МСХиП РТ (Управление «Приволжскмелиоводхоз»).

оснащение мелиоративных систем, проведение культуртехнических работ (табл. 2).

Из республиканского бюджета сельхозтоваропроизводители смогли получить возврат 70% затрат на приобретение современной дождевальной техники, систем капельного полива и насосных станций, а также 70% затрат на известкование кислых почв и бурение скважин на воду. По республиканской программе были профинансированы 100% затрат по капитальному ремонту мелиоративных гидротехнических сооружений.

Произведено известкование кислых почв на площади более 66,6 тыс. га, посажено лесополос — более 1,8 тыс. га.

Господдержкой по разным направлениям мелиорации смогли воспользоваться более 330 хозяйств. На мелиорированных землях в 2022 году получен богатый урожай сельскохозяйственных культур, который в среднем более чем в 4 раза превышает урожайность богарного гектара.

**Таблица 2. Республиканское софинансирование программы «Развитие мелиоративного комплекса России» и Федерального проекта «Экспорт продукции АПК» за 2021–2023 гг.\***

**Table 2. Republican co-financing of the program “Development of meliorative complex of Russia” and the Federal project “Export of agricultural products” for 2021–2023**

Виды мелиоративных работ	Бюджетная поддержка, млн руб.	Проведенная работа, тыс. га
Субсидия по проведению мелиоративных работ, в том числе	208,6	6,5
гидромелиоративных мероприятий (70/30)	167,7	3,5
культуртехнических мероприятий (70/30)	13,5	0,4
агролесомелиорации (90/10)	27,4	2,6
Федеральный проект «Экспорт продукции АПК»	477,5	4,7
Итого	686,1	11,2

*Примечание:* \* таблица составлена на основе данных МСХиПРТ (Управление «Приволжскмелиоводхоз»).

**Таблица 3. Исполнение показателей результативности национального проекта «Экспорт продукции АПК»<sup>14</sup> в Республике Татарстан за 2020–2022 гг.\***

**Table 3. Performance Indicators of the National Project “Export of Agricultural Products”<sup>14</sup> in Republic of Tatarstan for 2020–2022**

Год реализации	Индикативный показатель, га	Введено в эксплуатацию орошение, га	% выполнения
2020	1000	1220,5	122
2021	1000	1119,7	112
2022	1960	2033,5	104
2020–2022	3960	4373,7	110

*Примечание:* \* таблица составлена на основе данных МСХиПРТ (Управление «Приволжскмелиоводхоз»).

**Таблица 4. Характеристика и стоимость дождевальной машины «Казанка-7»<sup>15</sup> в зависимости от условий приобретения\***

**Table 4. Characteristics and cost of the “Kazanka-7”<sup>15</sup> sprinkler depending on purchase conditions**

Показатели, ед. изм.	
Площадь охвата, га	64
Стоимость, руб.	7 000 000
Размер субсидии в рамках федеральной программы (70%), руб.	4 900 000
Фактические затраты сельскохозяйственных производителей на приобретение 1 ДМ «Казанка-7», руб.	2 100 000

*Примечание:* \* таблица составлена на основе данных МСХиПРТ (Управление «Приволжскмелиоводхоз»).

Исследования, направленные на оценку эффективности орошения при возделывании сельскохозяйственных культур (яровой пшеницы, рапса, картофеля, кукурузы), проводились на базе ООО «Агрокомплекс “Ак Барс”», ООО «Агрофирма “Игенче”», ООО «Агрофирма “Кырлай”», СХП «Северный» Арского, КФХ «Зайнуллин» Нижнекамского, КФХ «Давлетов» Мензелинского, КФХ «Миннеханов» Тукаевского муниципальных районов Республики Татарстан и показали ее высокую агрономическую и экономическую результативность (рис. 4–6, табл. 4–6).

Урожайность кукурузы на силос при орошении в ООО «Агрофирма “Игенче”» Арского района составила 380 ц/га, что в 3 раза выше, чем на богаре. Чистый доход с 64 га, орошаемых ДМ «Казанка-7», составил 3356 тыс. руб., или 52,4 тыс. руб/га.

**Таблица 5. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы на орошении одной дождевальной машиной «Казанка-7» в ООО «Агрофирма “Игенче”» в 2022 г.\***

**Table 5. The economic efficiency of cultivating spring wheat under irrigation with one “Kazanka-7” sprinkler machine in LLC “Agrofirma “Igenche”» in 2022\***

Показатели, ед. изм.	
Культура — яровая пшеница, га	64
Всего затрат на орошение за сезон, руб.	280 730
Затраты на орошение 1 га, руб.	4 386,41
Урожайность, т/га	5,5
Валовой сбор с 64 га, т	352
Стоимость 1 т, руб.	9000
Стоимость валовой продукции с 1 га при орошении, руб.	49 500
Стоимость валовой продукции (СВП) с 64 га, руб/т	3 168 000
<i>На богаре</i>	
На богаре урожайность, т/га	1,7
Стоимость валовой продукции на 1 га на богаре, руб.	15 328
Разница, дополнительный СВП на 1 га на орошении, руб.	34 171
Разница, дополнительный СВП с 64 га на орошении 1 ДМ «Казанка-7», руб.	2 186 999

*Примечание:* \* таблица составлена на основе данных собственных эмпирических исследований.

**Таблица 6. Экономическая эффективность возделывания картофеля на орошении одной дождевальной машиной «Казанка-7» в ООО «Агрофирма “Игенче”» в 2022 г.\***

**Table 6. The economic efficiency of potato cultivation under irrigation with one “Kazanka-7” sprinkler machine in LLC “Agrofirma “Igenche”» in 2022\***

Показатели, ед. изм.	
Культура — картофель, га	64
Всего затрат на орошение за сезон на 64 га на 1 ДМ «Казанка-7», руб.	642 190
Затраты на орошение 1 га, руб.	10 034,22
Урожайность, т/га	32
Валовой сбор с 64 га, т	2048
Стоимость 1 т картофеля, руб.	13 000
Стоимость валовой продукции с 64 га, руб.	26 624 000
Стоимость валовой продукции с 1 га при орошении, руб.	416 000
<i>На богаре</i>	
На богаре урожайность, т/га	10
Стоимость валовой продукции с 1 га на богаре, руб.	130 000
Разница, дополнительный СВП с 1 поливного га на орошении, руб.	286 000
Разница, дополнительный СВП с 64 га на орошении 1 ДМ «Казанка-7», руб.	18 304 000

*Примечание:* \* таблица составлена на основе данных собственных эмпирических исследований.

<sup>14</sup> Федеральный проект «Экспорт продукции АПК». <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/23c/23c8c4aaa9ff1399b56ad23542853b78.pdf?ysclid=lu9ezgtzk5829467122>

<sup>15</sup> Казанский завод оросительной техники, 422701, Россия, Республика Татарстан, Высокая гора, ул. Мелиораторов, д. 10.

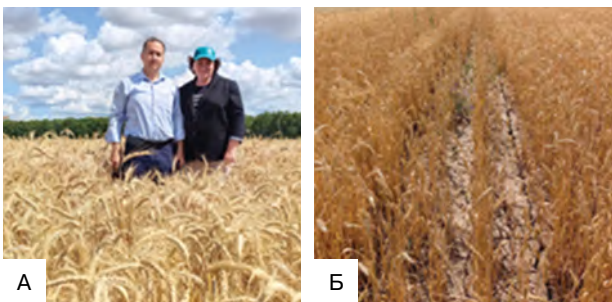
**Рис. 4.** Вид посевов кукурузы на поливе (А) и богаре (Б) в ООО «Агрофирма «Игенче»» Арского района

**Fig. 4.** View of corn crops on irrigation (A) and rainfed (B) in LLC «Agrofirma «Igenche»» of Arsk district



**Рис. 5.** Вид посевов озимой пшеницы на поливе (А) и богаре (Б) в ООО «Агрофирма «Игенче»» Арского района

**Fig. 5.** Type of winter wheat crops on irrigation (A) and rainfed (B) in LLC «Agrofirma «Igenche»» of Arsk district



**Рис. 6.** Вид посевов яровой пшеницы на поливе (А) и богаре (Б, В) в ООО Агрофирма «Кырлай» Арского района

**Fig. 6.** Type of spring wheat crops on irrigation (A) and rainfed (B, C) in LLC Agrofirma «Kyrlyay» of Arsk district



Анализ экономической и агрономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на орошении показал, что орошение одной дождевальной машиной «Казанка-7» отечественного производства позволило с 1 га посевов получить дополнительно валовой продукции картофеля на 286 тыс. руб., яровой пшеницы — на 34,2 тыс. руб., кукурузы на силос — на 52,4 тыс. руб., ячменя — на 22,4 тыс. руб., рапса — на 33,0 тыс. руб.

В Республике Татарстан под орошением находится чуть менее 1,5% площади пашни, однако на них производится до 18% продукции растениеводства республики, что, безусловно, свидетельствует о высокой степени ее эффективности [2, 15, 16].

Результаты анализа многолетних климатологических и гидрологических данных научных центров

свидетельствуют о надвигающемся росте аридности климата в регионе и, как следствие, недостаточности водных ресурсов, вызванных снижением годовых атмосферных осадков, уровнем залегания грунтовых вод, ухудшением влаги в корнеобитаемом слое почвы [17–19].

#### Выводы/Conclusion

Ключевыми факторами, ограничивающими рост продуктивности сельскохозяйственных культур в Республике Татарстан, являются низкая влагообеспеченность вегетативных периодов при высоких термических ресурсах и сильная деградация почв, снижающая ее плодородие.

Анализ динамики агрометеорологических данных показывает неуклонный рост общей суммы активных температур и частоты повторения засушливых явлений. Наряду с этим происходит уменьшение среднегодовых объемов атмосферных осадков, что свидетельствует о надвигающемся росте аридности климата на территории республики.

Рост засушливости климата уже привел к уменьшению глубины промерзания почвы в зимний период на 68% — это стало причиной более раннего оттаивания почвы, увеличения периода с положительными среднесуточными температурами воздуха, в результате чего на 21 день увеличился активный вегетационный период сельскохозяйственных культур со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С, что увеличило непроизводительное испарение влаги из почвы.

В сложившихся природно-климатических условиях мелиорация остается одним из ключевых факторов снижения негативного воздействия атмосферных явлений на производственные процессы в земледелии.

Площадь оросительной мелиорации в Республике Татарстан за последние 15 лет в рамках реализации мер государственных программ поддержки достигла 1,5% имеющейся пашни, где производится до 18% растениеводческой продукции, что, несомненно, доказывает ее высокую экономическую и агрономическую эффективность. Имеющиеся богатые водные ресурсы, природно-климатический потенциал Республики Татарстан, по экспертным оценкам, позволяют довести масштабы оросительной мелиорации до 400 тыс. га, однако высокая инвестиционная стоимость внедрения приемов мелиоративного земледелия, излишняя бюрократизированность процессов согласования и получения проектно-сметной документации (требующая проведения большого объема изыскательских работ), даже с учетом мер государственного субсидирования ключевых ее направлений, не привлекают субъекты хозяйствования на земле широко внедрять их в производственную практику. В связи с этим требуются дополнительные комплексные изучения эффективности реализующихся государственных программ и проектов, направленных не только на развитие мелиоративной отрасли, но и в целом поддержки всех направлений сельскохозяйственного производства, для выработки эффективных механизмов финансовой поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, частно-государственного партнерства, способствующих широкому внедрению достижений науки и техники и позволяющих модернизировать мелиоративный комплекс республики для повышения устойчивости земледелия влиянию погодно-климатических факторов, повышению плодородия почвы, уменьшению потери площади сельскохозяйственных угодий.

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. Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Хисматуллин М.М., Гайнуллин Р.М., Гайнутдинов И.Г. Эффективность мелиоративной отрасли и проблемы ее развития в Республике Татарстан. *Агрохимический вестник*. 2023; (2): 3–10. <https://elibrary.ru/isjrjn>
2. Хисматуллин М.М., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Асадуллин Н.М., Михайлова Л.В. К вопросу развития и экономической эффективности мелиоративной отрасли Республики Татарстан. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023; 18(2): 199–205. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-199-205>
3. Сычев В.Г., Хисматуллин М.М., Хисматуллин М.М. Роль мелиорации в повышении эффективности сельскохозяйственного производства и плодородия почв: экономико-правовые аспекты. *Плодородие*. 2023; (1): 57–63. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.130.14>
4. Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Хисматуллин М.М., Асадуллин Н.М., Зарипов Д.Ф. Мелиоративное земледелие в Республике Татарстан в условиях роста аридности климата. *Агрохимический вестник*. 2023; (6): 65–71. <https://elibrary.ru/qrijzk>
5. Габдрахманов И.Х., Файзрахманов Д.И., Валиев А.Р., Сафин Р.И., Зиганшин Б.Г., Низамов Р.М. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций. Ч. 1. Общие аспекты системы земледелия. Казань: Центр инновационных технологий. 2013; 168. <https://elibrary.ru/aqaiss>
6. Хисматуллин М.М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2010; (1): 123–125. <https://elibrary.ru/laryed>
7. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана. *Зернобобовые и крупные культуры*. 2021; (4): 102–112. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-102-112>
8. Хисматуллин М.М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2010; 5(1): 120–122. <https://elibrary.ru/larydj>
9. Хисматуллин М.М., Чекарчев П.А. Расширение видового набора многолетних трав — необходимое условие повышения эффективности поверхностного улучшения пойменных лугов. *Кормопроизводство*. 2012; (2): 10–12. <https://elibrary.ru/opdplv>
10. Сафиоллин Ф.Н., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Сулейманов С.Р., Сошнева С.В. Техника и технология поверхностного улучшения пойменных лугов Республики Татарстан. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022; 17(4): 50–55. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>
11. Салахутдинов Ф.Н., Хисматуллин М.М., Исхаков И.Р. Альтернативные модели финансирования для малых и средних форм хозяйствования в АПК. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2011; 6(2): 52–54. <https://elibrary.ru/nwfmph>
12. Сафиоллин Ф.Н., Миннуллин Г.С., Хисматуллин М.М., Сошнева С.В. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевое севооборота — яровой пшеницы Эклада 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан. *Зерновое хозяйство России*. 2017; (2): 29–33. <https://elibrary.ru/ynugbz>
13. Хисматуллин М.М., Хисматуллин М.М., Сафиоллин Ф.Н. Практические приемы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья. *Кормопроизводство*. 2019; (7): 12–18. <https://elibrary.ru/vaqrsf>
14. Мухаметгалиев Ф.Н., Хисматуллин М.М., Хисамов Р.Г. Лизинг техники и технологий как инструмент развития агропромышленного производства. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2015; 10(2): 31–35. <https://doi.org/10.12737/12049>
15. Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020; 15(4): 5–9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>
16. Khismatullin M., Mukhametgaliev F., Asadullin N., Avkhadiev F., Khismatullin M., Raheem U. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan. *BIO Web of Conferences*. 2021; 37: 00080. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700080>
17. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2018; 13(1): 38–40. [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbf02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbf02a32e1.51364510)

## REFERENCES

1. Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Khismatullin M.M., Gainullin R.M., Gainutdinov I.G. Economic efficiency of land reclamation sector and problems of its development in the Republic of Tatarstan. *Agrochemical Herald*. 2023; (2): 3–10 (in Russian). <https://elibrary.ru/isjrjn>
2. Khismatullin M.M., Valiev A.R., Khismatullin M.M., Asadullin N.M., Mikhaylova L.V. Development and economic efficiency of the reclamation industry in the Republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023; 18(2): 199–205 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-199-205>
3. Sychev V.G., Khismatullin M.M., Khismatullin M.M. The role of land reclamation in improving agricultural production efficiency and soil fertility: economic and legal aspects. *Plododorodie*. 2023; (1): 57–63 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.130.14>
4. Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Khismatullin M.M., Asadullin N.M., Zariyev D.F. Ameliorative farming in the Republic of Tatarstan under conditions of increasing climate aridity. *Agrochemical Herald*. 2023; (6): 65–71 (in Russian). <https://elibrary.ru/qrijzk>
5. Gabdrakhmanov I.Kh., Fayzrahmanov D.I., Valiev A.R., Safin R.I., Ziganshin B.G., Nizamov R.M. Farming system of the Republic of Tatarstan. Innovations on the basis of traditions. Part 1. General aspects of the farming system. Kazan: Center for Innovative Technologies. 2013; 168 (in Russian). <https://elibrary.ru/aqaiss>
6. Khismatullin M.M. Resource-saving methods of surface improvement of floodplain meadows of the Volga region forest-steppe. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2010; (1): 123–125 (in Russian). <https://elibrary.ru/laryed>
7. Shaitanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova E.I. Assessment of the impact of global warming on the climate of Tatarstan. *Legumes and goat crops*. 2021; (4): 102–112 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-102-112>
8. Khismatullin M.M. Agroenergetic and economic efficiency of surface improvement of floodplain meadows. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2010; 5(1): 120–122 (in Russian). <https://elibrary.ru/larydj>
9. Khismatullin M.M., Chekmarev P.A. The expansion of the species set of perennial grasses is a necessary condition for increasing the effectiveness of surface improvement of floodplain meadows. *Fodder production*. 2012; (2): 10–12 (in Russian). <https://elibrary.ru/opdplv>
10. Safiollin F.N., Valiev A.R., Khismatullin M.M., Suleymanov S.R., Sochneva S.V. Technique and technology of surface improvement of floodplain meadows of the Republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2022; 17(4): 50–55 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>
11. Salakhutdinov F.N., Khismatullin M.M., Iskhakov I.R. Alternative financing models for small and average forms of managing in agro-industrial complex. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2011; 6(2): 52–54 (in Russian). <https://elibrary.ru/nwfmph>
12. Safiollin F.N., Minnullin G.S., Khismatullin M.M., Sochneva S.V. Backgrounds of mineral nutrition of alfalfa agroecosis and productivity of subsequent crop of field crop rotation — spring wheat variety Eskada 70 on grey forestry soils of the Republic of Tatarstan. *Grain Economy of Russia*. 2017; (2): 29–33 (in Russian). <https://elibrary.ru/ynugbz>
13. Khismatullin M.M., Khismatullin M.M., Safiollin F.N. Partial substitution of mineral fertilizers by foliar preparations for perennial grasses on gray forest soil in the Middle Volga region. *Fodder journal*. 2019; (7): 12–18 (in Russian). <https://elibrary.ru/vaqrsf>
14. Mukhametgaliev F.N., Khismatullin M.M., Khisamov R.G. Leasing of technique as a tool for development of agricultural production. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2015; 10(2): 31–35 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/12049>
15. Agieva G.N., Nizhegorodtseva L.S., Diabankana R.Zh., Abramova A.A., Safin R.I., Khismatullin M.M. Methods for increasing the efficiency of the application of biological pesticides in crop management. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2020; 15(4): 5–9 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>
16. Khismatullin M., Mukhametgaliev F., Asadullin N., Avkhadiev F., Khismatullin M., Raheem U. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan. *BIO Web of Conferences*. 2021; 37: 00080. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700080>
17. Nizamov R.M., Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Khismatullin M.M. Modern biological products and growth stimulants in the technology of cultivation of sunflower for oilseeds. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2018; 13(1): 38–40 (in Russian). [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbf02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbf02a32e1.51364510)



18. Хисматуллин М.М., Миннуллин Г.С., Вафина Л.Т., Сафиоллин Ф.Н. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2011; 6(1): 160–162. <https://elibrary.ru/ndunmn>

19. Гайнутдинов И.Г., Мухаметгалиев Ф.Н., Хисматуллин М.М., Авхадиев Ф.Н., Александрова Н.Р. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан). *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022; 17(1): 108–113. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-108-113>

18. Khismatullin M.M., Minnullin G.S., Vafina L.T., Safiollin F.N. Chemical composition and nutritive value of forages from perennial grasses depending on mineral nutrition background and terms of their harvesting. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2011; 6(1): 160–162 (in Russian). <https://elibrary.ru/ndunmn>

19. Gaynutdinov I.G., Mukhametgaliev F.N., Khismatullin M.M., Avhadiev F.N., Aleksandrova N.R. Dependence of the efficiency of agricultural business on external and internal factors (on the example of the Republic of Tatarstan). *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2022; 17(1): 108–113 (in Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-108-113>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Марсель Мансурович Хисматуллин<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
marselmansurovic@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1640-9447>

##### Анас Ахтямович Лукманов<sup>2</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор  
psd16@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-9709-8883>

##### Марс Мансурович Хисматуллин<sup>3</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор  
rezi-almet@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0201-8373>

##### Тимур Булатович Хакимов<sup>1</sup>

аспирант  
timur.khakimov.98@mail.ru

##### Максим Геннадиевич Кузнецов<sup>1</sup>

кандидат технических наук, доцент  
max-kuzz@yandex.ru

##### Чулпан Маликовна Куракова<sup>1</sup>

кандидат экономических наук, доцент  
upravshp@yandex.ru

<sup>1</sup> Казанский государственный аграрный университет, ул. им. К. Маркса, 65, Казань, 420015, Россия

<sup>2</sup> Центр агрохимической службы «Татарский», Оренбургский тракт, 120, Казань, 420064, Россия

<sup>3</sup> Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Приволжскому федеральному округу, ул. Гвардейская, 15, Казань, 420073, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Marsel Mansurovich Khismatullin<sup>1</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
marselmansurovic@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1640-9447>

##### Anas Akhtyamovich Lukmanov<sup>2</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director  
psd16@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0003-9709-8883>

##### Mars Mansurovich Khismatullin<sup>3</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director  
rezi-almet@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0201-8373>

##### Timur Bulatovich Khakimov<sup>1</sup>

Postgraduate Student  
timur.khakimov.98@mail.ru

##### Maxim Gennadievich Kuznetsov<sup>1</sup>

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
max-kuzz@yandex.ru

##### Chulpan Malikovna Kurakova<sup>1</sup>

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
upravshp@yandex.ru

<sup>1</sup> Kazan State Agrarian University, 65 Karl Marks Str., Kazan, 420015, Russia

<sup>2</sup> Agrochemical Service Center «Tatarsky», 120 Orenburg trakt, Kazan, 420064, Russia

<sup>3</sup> Department of Land Reclamation and Agricultural Water Supply for the Volga Federal District, 15 Gvardeyskaya Str., Kazan, 420073, Russia



Подпишитесь на Telegram канал  
ИД «Аграрная наука»



Ежедневно 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.

При желании 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](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

# КормВет экспо Грэйн 2024

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,  
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ

## 22-24 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ



СВИНОВОДСТВО | ПТИЦЕВОДСТВО | ЖИВОТНОВОДСТВО | АКВАКУЛЬТУРА  
ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ | ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА



FEEDVET-EXPO.RU

## НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!

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

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

# Agros 2025 expo

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

Птицеводство | Свиноводство | Корма | Ветеринария  
Молочное и мясное животноводство | Племенное дело  
Полевое кормопроизводство | Кормозаготовка  
Комбикормовая промышленность | Хранение зерна

22-24 ЯНВАРЯ | МОСКВА | КРОКУС ЭКСПО

### ВЕДУЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ:

- ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ
- СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА
- КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕМИКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

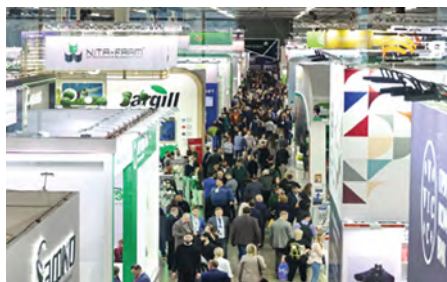
### НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 350 СПИКЕРОВ:

- БОЛЕЕ 60 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ – ЗИМНЯЯ ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА

НОВОЕ  
В 2025г.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ  
МЯСОПЕРЕРАБОТКИ

МУКОМОЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ



«Выставка Агрос - №1 в животноводстве в России и, самое главное, она сделана для специалистов, представителей отрасли, аналитиков и экспертов»

Алексей Гордеев, заместитель Председателя Государственной Думы Федерального Собрания РФ

СОВМЕСТНО С

PotatoHorti  
2025 agritechexpo

800+ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОСТАВЩИКОВ  
21 000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ  
80+ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОГРАММЫ  
600+ ЭКСПЕРТОВ



Больше информации об участии в наших выставках:

Тел./WhatsApp: +7 (495) 128 29 59

E-Mail: agros@agros-expo.com

Организатор: ООО «Агрос Экспо Групп»



**СТРОБИЛУРИНОВЫЙ  
ЩИТ ПОСЕВОВ!**

**20** ШАНС  
группа компаний  
**ЛЕТ НА РЫНКЕ**



**8 800 700-90-36**  
**shans-group.com**

Официальное  
приложение  
ГК «Шанс»



Генеральным партнером завода-производителя «Шанс Энтепрайз» по реализации продукции на территории РФ является ООО «Шанс Трейд».

Реклама